

О.В. Барало, П.Г. Самойленко,
С.Є. Гранат, В.О. Ковальов

***АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМИ
АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ***

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Рекомендовано Міністерством аграрної політики України як
навчальний посібник для студентів аграрних вищих навчальних
закладів І–ІІ рівнів акредитації із спеціальності 5.10010102
“Монтаж, обслуговування та ремонт електротехнічних
установок в агропромисловому комплексі”

Київ
“Аграрна освіта”
2010

УДК 681.5.01

*Гриф надано Міністерством аграрної
політики України (лист № 18-28-13/1725
від 25.11.2010 р.)*

Укладачі: **Барало О.В.**, викладач Таращанського агротехнічного коледжу;
Самойленко П.Г., завідувач відділення ВП НУБіП України “Немішайвський агротехнічний коледж”;
Гранат С.Є., викладач Володимир-Волинського агротехнічного коледжу;
Ковальов В.О., викладач ВНЗ “Кіровоградський технікум механізації сільського господарства”

Рецензенти: **Решетюк В.М.**, директор Навчально-наукового центру автоматизації та інформаційних управляючих систем НУБіП України, к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри автоматизації та робототехнічних систем ім. І.І. Мартиненка;
Гордійчук І.Й., к.т.н., доцент кафедри енергетики та енергетичних систем в АПК Подільського ДАТУ;
Цоколенко М.П., директор Коледжу електрифікації Дніпропетровського ДАУ;
Мазур В.Т., Ревенко Л.В., викладачі Коледжу електрифікації Дніпропетровського ДАУ;
Коротун В.Ф., завідувач відділення Мирогощанського агротехнічного коледжу;
Гуртовенко Ю.О., завідувач відділення Таращанського агротехнічного коледжу

Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.

ISBN 978-966-2007-12-1

Викладено наукові і технічні основи автоматизації, розглянуто типові автоматизовані технологічні процеси в агропромисловому комплексі. Наведено схеми автоматизації установок з використанням найновіших регуляторів, програмних контролерів. Посібник містить запитання для самоперевірки, контролюючі тести та інноватику в організації самостійної роботи студентів.

ISBN 978-966-2007-12-1

© Барало О.В., Самойленко П.Г.
та ін., 2010 р.

ПЕРЕДМОВА

Автоматизація технологічних процесів – це етап комплексної механізації, що характеризується звільненням людини від безпосереднього виконання функцій управління технологічними процесами і передачею цих функцій автоматичним пристроям. При автоматизації технологічних процесів отримання, перетворення, передача і використання енергії, матеріалів і інформації виконуються автоматично за допомогою спеціальних технічних засобів і систем управління.

Істотними тенденціями сучасного сільськогосподарського виробництва є, з одного боку, постійне зростання його масштабів, підвищення кількості і якості сільськогосподарських продуктів, з іншого – прогресуючий дефіцит робочої сили, непопулярність монотонної і важкої фізичної ручної праці в рільництві і тваринництві. Найважливішим, а часто і єдиним засобом вирішення протиріч між ними є комплексна механізація і автоматизація виробництва.

Завдяки механізації і автоматизації різко зростає продуктивність праці.

Питання комплексної автоматизації мають велике народногосподарське значення, тому що їх впровадження гарантує економічний ефект. Так, комплексна автоматизація приготування кормів на потокових лініях знижує затрати праці в 4–5 разів і зменшує собівартість їх приготування на 30–50 %.

Зростання технічної оснащеності та широка електрифікація поряд із розробкою прогресивних технологій сільськогосподарських процесів створюють умови для комплексної електромеханізації й автоматизації виробничих процесів. Розвиток останньої у сільському господарстві ґрунтується на багатому досвіді автоматизації у промисловості, проте їй властиві деякі специфічні особливості (наприклад, зв'язок з біологічними об'єктами, безперервність і повільне протікання технологічних процесів, агресивність навколишнього середовища, широкі зміни температури, вологості тощо).

Сучасній автоматизації сільськогосподарського виробництва властиве широке застосування нової елементної бази, зокрема мікропроцесорів і мікро-ЕОМ, правильне використання яких дозволяє реалізувати будь-які складні алгоритми функціонування автоматичних систем, підвищити їх надійність, зменшити габарити, енергомісткість тощо. Водночас забезпечення сільськогосподарського виробництва системами управління такого складного рівня при порівняно низькій

кваліфікації обслуговуючого персоналу і відсутності відповідних розробок виключно важлива справа. У даному випадку питання ускладнюється тим, що практично йдеться про наступне покоління засобів обчислювальної техніки, тому що попередні обчислювальні засоби недостатньо використовувались в практиці сільськогосподарського виробництва, а необхідно застосовувати в технологічних процесах мікропроцесори і мікро-ЕОМ.

Спеціаліст з автоматизації сільськогосподарського виробництва повинен відмінно знати тонкості технології сільськогосподарського виробництва, його організації, економіки і планування. Він повинен добре розбиратися в механічних, електричних, гідравлічних і пневматичних пристроях автоматики, особливо комплексної механізації, електрифікації і автоматизації технологічних процесів. Фахівець повинен уміти науково обґрунтувати рішення технологічних, технічних і організаційно-економічних задач автоматизації поточного і перспективного характеру, направлених на підвищення ефективності виробництва.

Автоматизація сільськогосподарського виробництва підвищує надійність і продовжує термін роботи устаткування, полегшує і оздоровляє умови праці, підвищує безпеку праці і робить його престижнішим, скорочує текучість робочої сили і економить затрати праці, збільшує кількість і підвищує якість продукції, прискорює процес стирання відмінностей між працею розумовою і фізичною, промисловою і сільськогосподарською.

Впровадженню засобів автоматики сприяє науково-технічний прогрес в сільському господарстві, який полягає в швидкому зростанні технічної і енергетичної озброєності сільськогосподарської праці, бурхливому розвитку наукових досліджень з всебічним застосуванням наукової апаратури не тільки в електромеханізації і меліорації, але й у області агроотехнічного обслуговування і техніко-економічних розрахунків, у прискореному розвитку теорії і практики використання автоматично діючих засобів і систем для заміни фізичної і розумової праці працівників сільського господарства, у широкому використуванні досягнень засобів зв'язку і диспетчерського управління, що дозволяє істотно поліпшити організацію і ефективність праці фахівців і керівників сільськогосподарського виробництва.

Програмою дисципліни “Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного управління” передбачено вивчення студентами технологічних основ автоматизації сільськогосподарського виробництва і придбання практичних навиків із налагодження

автоматичних систем на заданий режим роботи і усунення неполадок основних елементів системи автоматизації виробничих процесів.

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні **знати:** технологічні та наукові основи автоматизації сільськогосподарського виробництва, системи автоматизації типових технологічних процесів.

Уміти: складати і читати схеми автоматизації, що виконані на релейних та типових логічних елементах, досліджувати автоматичні системи управління, аналізувати роботу окремих елементів та автоматичної системи в цілому, налагоджувати автоматичну систему на заданий режим роботи, усувати можливі неполадки під час роботи системи, вибирати основні елементи автоматичних систем, визначати можливість впровадження теплоакumuлюючих джерел та технічних засобів енергозбереження.

1. ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО АВТОМАТИЗАЦІЮ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

1.1.1. Основні визначення автоматизації технологічних процесів

Залежно від функцій, які виконуються спеціальними автоматичними пристроями, розрізняють наступні основні види автоматизації: автоматичний контроль, автоматичний захист, автоматичне і дистанційне керування, телемеханічне керування.

Автоматичний контроль містить у собі автоматичну сигналізацію, вимір, сортування і збір інформації.

Автоматична сигналізація призначена для повідомлення обслуговуючого персоналу про граничні чи аварійні значення яких-небудь фізичних параметрів, про місце і характер порушень технологічного процесу. Сигнальними пристроями служать лампи, дзвоники, сирени, спеціальні мнемонічні показчики й ін.

Автоматичний вимір дозволяє вимірювати і передавати на спеціальні вказівні прилади значення, що реєструються, або фізичні величини, що характеризують технологічний процес чи роботу машин. Обслуговуючий персонал за показниками приладів слідкує за якістю технологічного процесу та режимом роботи машин і агрегатів.

Автоматичне сортування здійснює контроль і поділ продукції за розміром, вагою, твердістю, в'язкістю та іншими показникам (наприклад, сортування зерна, яєць, фруктів, картоплі та ін.).

Автоматичний збір інформації призначений для одержання інформації про хід технологічного процесу, про якість і кількість продукції, що випускається, і для подальшої обробки, збереження і видачі інформації обслуговуючому персоналу.

Автоматичний захист – це сукупність технічних засобів, що при виникненні ненормальних і аварійних режимів або припиняють контрольований виробничий процес (наприклад, відключають визначені ділянки електроустановки при виникненні на них коротких замикань), або автоматично усувають ненормальні режими. Автоматичний захист тісно зв'язаний з автоматичним керуванням і сигналізацією. Вона впливає на органи керування й оповіщає обслуговуючий персонал про здійснену операцію.

Релейний захист, виконаний на основі реле, широко застосовується на електричних станціях, підстанціях, у мережах і різних електроустановках.

Пристрої автоблокування, що входять в автоматичний захист, в основному призначені для запобігання неправильних вмикань і вимикань і помилкових дій обслуговуючого персоналу; вони попереджають можливі несправності й аварії.

Керування – процес здійснення сукупності впливів, спрямованих на підтримку керованого параметра відповідно до заданого алгоритму функціонування.

Алгоритм – це розпорядження, що визначає зміст і послідовність операцій, переводить вихідні дані в шуканий результат. *Алгоритм функціонування* – сукупність розпоряджень, необхідних для правильного виконання технологічного процесу в якому-небудь пристрої чи сукупності пристроїв.

Керованим об'єктом називають пристрій, що безпосередньо здійснює технологічний процес, і потребує надання спеціально організованих впливів ззовні для виконання його алгоритму.

Дистанційне керування поєднує методи і технічні засоби керування установками і зосередженими об'єктами на відстані. Імпульси на керування (команди) подаються обслуговуючим персоналом по електричних сполучних проводах за допомогою відповідних кнопок, ключів і іншої командної апаратури.

Автоматичне керування містить комплекс технічних засобів і методів по керуванню об'єктами без участі обслуговуючого персоналу: пуск і зупинку основних установок, вмикання і вимикання допоміжних пристроїв, забезпечення безаварійної роботи, дотримання необхідних значень параметрів відповідно до оптимального ходу технологічного процесу тощо.

Сполучення комплексу технічних пристроїв з об'єктом керування називають **системою автоматичного керування** (САК).

Різновидом автоматичного керування є **автоматичне регулювання**, під яким розуміють процес автоматичної підтримки якого-небудь параметра на заданому рівні або зміну його за визначеним законом. Автоматичне регулювання здійснюється спеціальним пристроєм – **автоматичним регулятором**. Регулятор вимірює регульовану величину і при її відхиленні від розрахункового значення змінює процес роботи об'єкта керування (регулювання) так, щоб виконувався заданий алгоритм функціонування. Автоматична система, що складається з регулятора й об'єкта керування, називається

системою автоматичного регулювання (САР). У наступному викладі в загальне поняття “автоматичне керування” входить також і поняття “автоматичне регулювання”. Теорія, властивості і методи розрахунку САК розглядаються в курсі “Теорія автоматичного керування”.

Телемеханіка – область науки і техніки, що охоплює теорію і технічні засоби автоматичної передачі на відстань команд керування й інформації про стан об’єкта. Телемеханічні системи, що дозволяють об’єднати в один технологічний процес роботу великого числа машин і установок, розташованих одна від одної на значних відстанях, залежно від призначення прийнято розділяти на системи телесигналізації, телевимірювання і телекерування.

Усі розглянуті вище поняття і системи автоматизації поєднуються у новий науково-технічний напрям, що одержав назву технічної кібернетики.

Кібернетика – наука про цілеспрямоване керування складними системами, що розвиваються, і процесами, що вивчає загальні математичні закони керування об’єктами різної природи.

Залежно від ступеня автоматизації розрізняють *ручне, автоматизоване і автоматичне керування*. При *ручному* керуванні всі функції управління виконує людина-оператор; при *автоматизованому* – частину функцій виконує людина, а іншу частину – автоматичні пристрої; при *автоматичному* – всі функції керування виконують автоматичні пристрої.

У сучасній автоматичній системі керування розділяють на автоматизовані системи керування виробництвом (АСКВ), автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСК ТП) і системи автоматичного керування технологічними процесами (САК ТП).

АСКВ – це людино-машинна система, що забезпечує автоматизований збір і обробку інформації, необхідної для оптимізації керування в різних сферах, головним чином в організаційно-економічній діяльності людини, наприклад, керування господарсько-плановою діяльністю галузі, підприємством, комплексом, територіальним регіоном, тобто керування системою сільськогосподарських підрозділів.

АСК ТП – це теж людино-машинна система, призначена для контролю режимів роботи, збору й обробки інформації про протікання технологічних процесів локальних виробництв. Звичайно АСК ТП охоплює окремі цехи, тваринницькі і птахівничі ферми, сховища,

господарства. АСК ТП у сполученні з ЕОМ допомагає диспетчеру і керівнику підприємства оперативно знаходити рішення щодо оптимального керування виробничим процесом, спираючись на показники окремих технологічних операцій.

САК ТП – це сукупність автоматичних керуючих пристроїв і керованого об'єкта, взаємодіючих один з одним без особистої участі людини.

Таким чином, САК ТП – чисто технічні пристрої, що безпосередньо виконують заданий алгоритм функціонування установок, що діють незалежно один від одного. Вони знаходяться на найнижчій сходинці ієрархічної градації систем керування, на середній сходинці знаходяться АСК ТП і на більш високій – АСКВ.

За ступенем автоматичного керування виробничими технологічними процесами розрізняють часткову, комплексну і повну автоматизацію.

Часткова автоматизація розповсюджується тільки на окремі виробничі операції або установки і не звільняє людину від участі у виробничому процесі, що суттєво полегшує його працю (прибирання гною).

Комплексна автоматизація технологічного процесу означає автоматичне виконання всього комплексу операцій і установок з обробки матеріалів і їх транспортування за завчасно заданою програмою за допомогою різних автоматичних пристроїв, які об'єднані загальною системою керування. У цьому випадку функції людини зводяться до спостереження за ходом процесу, його аналізу і зміни режиму роботи автоматичних пристроїв з метою досягнення найкращих техніко-економічних показників (очищення зерна, кормоприготування).

Повна автоматизація покладає виконання функцій вибору і узгодження режимів роботи окремих машин і агрегатів як при нормальному режимі, так і в аварійних ситуаціях не на людину, а на спеціальні автоматичні пристрої. У цьому випадку всі основні і допоміжні установки можуть робити в автоматичному режимі протягом тривалого періоду без участі людини. За обслуговуючим персоналом залишаються функції періодичного огляду, профілактичного ремонту і перебудови всієї системи на новий режим роботи (система керування мікрокліматом).

Питання для самоконтролю

1. Як розрізняють основні види автоматизації залежно від функцій, виконуваних спеціальними автоматичними пристроями?
2. Що таке автоматичний захист?
3. Де застосовується релейний захист?
4. Чим відрізняється автоматичне та автоматизоване керування?
5. За допомогою чого виконуються функції керування при ручному, автоматизованому та автоматичному керуванні?
6. Як здійснюється часткова, комплексна та повна автоматизація?

ТЕСТИ

1. Що містить у собі автоматичний контроль?

- A. Автоматичний вимір, сортування і збір інформації
- B. Автоматичний контроль, автоматичний захист, автоматичне і дистанційне керування
- C. Автоматичну сигналізацію, вимір, сортування і збір інформації.

2. Для чого призначена автоматична сигналізація?

- A. Для повідомлення обслуговуючого персоналу про граничні чи аварійні значення яких-небудь фізичних параметрів, про місце і характер порушень технологічного процесу
- B. Дозволяє вимірювати і передавати на спеціальні вказівні прилади значення, що реєструються, чи фізичні величин, що характеризують технологічний процес.
- C. Для одержання інформації про хід технологічного процесу, про якість і кількість продукції, що випускається, і для подальшої обробки.

3. Для чого використовується автоматичний вимір?

- A. Для оповіщення обслуговуючого персоналу про граничні чи аварійні значення яких-небудь фізичних параметрів.
- B. Дозволяє вимірювати і передавати на спеціальні вказівні прилади значення, що реєструються, чи фізичні величин, що характеризують технологічний процес чи роботу машин

С. Для одержання інформації про хід технологічного процесу і видачі інформації обслуговуючому персоналу.

4. Для чого призначене автоматичне сортування?

А. Дозволяє вимірювати і передавати на спеціальні вказівні прилади значення, що реєструються.

В. Здійснює контроль і поділ продукції за розміром, вагою, твердістю, в'язкістю й іншими показниками.

С. Для оповіщення обслуговуючого персоналу про граничні чи аварійні значення будь-яких фізичних параметрів.

5. Для чого призначений автоматичний збір інформації?

А. Для одержання інформації про хід технологічного процесу, про якість і кількість продукції, що випускається, і для подальшої обробки, збереження і видачі інформації обслуговуючому персоналу.

В. Здійснює контроль і поділ продукції за розміром, вагою, твердістю, в'язкістю й іншими показникам.

С. Дозволяє вимірювати і передавати на спеціальні вказівні прилади значення, що характеризують технологічний процес чи роботу машин.

6. Телемеханіка – це...

А. Наука про цілеспрямоване керування складними системами, що розвиваються.

В. Область науки і техніки, що охоплює теорію і технічні засоби автоматичної передачі на відстань команд керування й інформації про стан об'єкта.

С. Область науки і техніки, що охоплює теорію і технічні засоби автоматичної передачі на відстань команд керування.

7. Кібернетика – це...

А. Наука про цілеспрямоване керування складними системами, які розвиваються, і процесами, що вивчає загальні математичні закони керування об'єктами різної природи.

В. Наука про цілеспрямоване керування складними системами, що вивчає загальні математичні закони керування об'єктами різної природи.

С. Область науки і техніки, що охоплює теорію і технічні засоби автоматичної передачі на відстань команд керування й інформації про стан об'єкта.

1.1.2. Основні джерела і показники техніко-економічної ефективності автоматизації технологічних процесів

Економічна ефективність автоматизації вимірюється ступенем зменшення сукупної праці, затрачуваної на виробництво одиниці продукції. При автоматизації сільськогосподарських виробничих процесів вартість капітальних витрат зазвичай трохи зростає, а експлуатаційні витрати на одиницю продукції істотно скорочуються. Таким чином, ефективність автоматизації характеризується сумарним скороченням витрат на виробництво одиниці продукції.

Якщо автоматизацію будь-якого процесу можна здійснити різними способами, то треба вибрати найефективніший варіант, що забезпечує більш інтенсивне зниження вартості і більш високий ріст продуктивності праці. При цьому дуже важливо за базовий варіант прийняти найбільш передовий і досконалий спосіб механізованого виробництва, що застосовується у вітчизняній чи закордонній практиці, оскільки при порівнянні з менш досконалим способом виробництва можна одержати в розрахунках завищену економію засобів. Фактично цей же рівень може бути досягнутий за рахунок більш прогресивної технології машинного способу виробництва без залучення автоматизації.

На техніко-економічні показники істотно впливають правильно сформульовані технічні вимоги на автоматизацію технологічного процесу. Наприклад, підвищені вимоги до точності роботи процесу, що автоматизується, приводять до ускладнення пристроїв автоматики і до істотного збільшення капітальних і експлуатаційних витрат.

У результаті техніко-економічних, соціально-економічних і якісних порівнянь автоматизованого і неавтоматизованого способів виробництва визначаються основні показники ефективності автоматизації: капітальні витрати, експлуатаційні річні витрати, рентабельність, термін окупності, приведені витрати й інші.

Капітальні витрати – одна з основних вихідних величин при розрахунках економічної ефективності автоматизації. Ці витрати складаються з вартості $K_{за}$ засобів автоматики з урахуванням їх доставки, монтажу і налагодження; витрат K_m на модернізацію діючої техніки і технології, викликану автоматизацією; вартості K_6 будівництва і реконструкції будинків у зв'язку з впровадженням автоматизації; залишкової вартості $K_{зал}$ основних засобів, що підлягають ліквідації при впровадженні пристроїв автоматики, за

винятком вартості K_p , отриманої від реалізації частини ліквідованих основних засобів, тобто

$$K = K_{за} + K_m + K_6 + K_{зал} - K_p.$$

При визначенні капітальних витрат на автоматизацію варто враховувати лише ті додаткові витрати на будівлі, устаткування і перебудову технології, що викликані тільки впровадженням засобів автоматизації.

Річні експлуатаційні витрати виробництва складаються в основному з амортизаційних відрахувань B_a , відрахувань $B_{пр}$ на поточний ремонт, витрат B_3 на зарплату обслуговуючого персоналу, вартості B_e електроенергії і вартості B_n палива і мастильних матеріалів, куди віднесені і деякі інші річні витрати:

$$B = B_a + B_{пр} + B_3 + B_e + B_n$$

Економія річних експлуатаційних витрат визначається за формулою:

$$E_p = B_n - B_a + \Pi_d,$$

де B_n – річні витрати при неавтоматизованому способі виробництва;

B_a – те ж, при автоматизованому способі виробництва;

Π_d – додатковий прибуток за рахунок збільшення якості продукції, зниження витрат тощо.

При автоматизації сільськогосподарського виробництва додатковий прибуток Π_d , не врахований у раніше наведених формулах, відіграє істотну роль. У ряді випадків, беручи до уваги цей прибуток, можна застосовувати високонадійні і дорогі автоматизовані засоби, одержуючи при цьому значний економічний ефект.

Термін окупності капітальних витрат на автоматизацію при однаковому річному обсязі виробництва знаходять за формулою:

$$T_O = \frac{K_A - K_H}{B_H - B_A + \Pi_d},$$

де K_H і K_A – капітальні витрати відповідно неавтоматизованого й автоматизованого виробництва ($K_H < K_A$);

B_H і B_A – експлуатаційні річні витрати відповідно неавтоматизованого й автоматизованого виробництва ($B_H > B_A$).

Питання для самоконтролю

1. Які основні показники визначаються в результаті техніко-економічних, соціально-економічних і якісних порівнянь автоматизованого і неавтоматизованого способів виробництва?
2. З чого складаються капітальні витрати на автоматизацію?
3. З чого складаються річні експлуатаційні витрати виробництва?
4. Як визначається термін окупності капітальних витрат на автоматизацію?
5. Як визначається економія річних експлуатаційних витрат?

ТЕСТИ

1. Чим виміряється економічна ефективність автоматизації?

- A. Вартістю капітальних витрат.
- B. Ступенем зменшення сукупної праці, що затрачується на виробництво одиниці продукції.
- C. Експлуатаційними витратами на одиницю продукції.

2. Які економічні показники змінюються при автоматизації сільськогосподарських виробничих процесів?

- A. Вартість капітальних витрат зазвичай трохи скорочується, а експлуатаційні витрати на одиницю продукції істотно зростають.
- B. Вартість капітальних витрат зазвичай трохи зростає.
- C. Вартість капітальних витрат зазвичай трохи зростає, а експлуатаційні витрати на одиницю продукції істотно скорочуються.

1.2. ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.2.1. Особливості автоматизації сільськогосподарського виробництва

Автоматизація сільського господарства спирається на багатий досвід промисловості. До методів і засобів автоматизації, які застосовуються у тваринництві і рослинництві, ставляться специфічні

вимоги, обумовлені характерними рисами сільськогосподарського виробництва.

На відміну від промисловості в сільському господарстві поряд з технікою використовуються ґрунт і живі організми, машинна технологія тісно переплітається і погоджується з біологічними процесами.

Виробничі процеси в сільському господарстві складні і різноманітні, мають великий обсяг технологічної інформації і тісний взаємозв'язок. Це обумовлює велику різноманітність технологічних процесів, що історично склалися в період використання живої тяглової сили і які знаходяться в стадії незавершеної перебудови на потокове машинне виробництво, а також велике число типів, конструкцій, характеристик і режимів роботи сільськогосподарських машин і установок, багато з яких далеко не завжди пристосовані для застосування на них навіть найпростіших пристроїв автоматики.

Система сільськогосподарських машин має до десяти тисяч найменувань по типах, майже 60% з яких призначені для рільництва і близько 30% – для тваринництва і птахівництва.

Важливою особливістю є розосередженість сільськогосподарської техніки по великих площах і віддаленість її від ремонтної бази, відносно мала потужність установок, тихохідність, низька вартість машин і невисокий рівень кваліфікації обслуговуючого персоналу, а також сезонність їхньої роботи протягом року і нетривале використання протягом доби. Навіть у тваринництві, де операції відбуваються і повторюються щодня за визначеними циклом, загальне число годин роботи машин відносно мале. Отже, засоби автоматики повинні бути дуже різноманітними, відносно дешевими, простими за будовою і надійними в експлуатації.

Основна особливість сільськогосподарського виробництва полягає в нерозривному зв'язку техніки з біологічними об'єктами (тваринами і рослинами), для яких характерна безперервність процесів утворення продукції і циклічність її одержання, неможливість збільшення випуску продукції за рахунок прискорення виробництва. У цих умовах автоматика повинна працювати дуже надійно, тому що такий процес не можна перервати і практично неможливо надолужити упущене шляхом інтенсифікації наступного періоду. Наприклад, автоматика у тваринництві повинна забезпечити циклічність виконання технологічних операцій протягом доби незалежно від погодних умов.

Збурюючі впливи, що діють на об'єкти, мають високий ступінь неоднорідності і випадковості із широкою зміною своїх величин. Багато автоматизованих сільськогосподарських об'єктів мають контрольовані і регульовані параметри, розподілені як по технологічному полю або навіть більшому об'ємі, так і в часі. Наприклад, у нагрівальних установках і сушарках, зерносховищах і овочесховищах, теплицях і тваринницьких приміщеннях необхідно по всьому об'єкту контролювати параметри (температуру, вологість, газовий склад, освітлення та ін.) і керувати ними.

Для таких об'єктів системи автоматики повинні мати оптимальне число первинних перетворювачів і виконавчих органів і в той же час забезпечувати керування параметрами у всіх розосереджених зонах із заданою точністю і надійністю.

Істотна особливість більшості сільськогосподарських установок – їхня робота на відкритому повітрі, де навколишнє середовище непостійне: широкі межі зміни вологості і температури, наявність домішок, пилу, полови, піску в рільництві чи агресивних газів (аміаку, сірководню і вуглекислого газу) у тваринництві, а також наявність значних вібрацій і поштовхів.

Унаслідок перерахованих особливостей і ряду інших причин методи і засоби автоматизації і вимоги до них у сільському господарстві значно відрізняються від промислових.

При розробці пристроїв автоматики сільськогосподарських установок їх необхідно розраховувати на широкі межі зміни параметрів навколишнього середовища. Це дозволить одержати високонадійні засоби, тому що найбільш ефективним заходом боротьби за підвищення надійності пристроїв автоматики є вибір елементів з малою інтенсивністю відмов і різні способи збільшення надійності при проектуванні. Зазначені специфічні особливості в першу чергу впливають на первинні перетворювачі і виконавчі органи автоматики, що встановлюються безпосередньо на машинах, на які впливають всі несприятливі умови навколишнього середовища. Інші вузли автоматики можна розташовувати в окремих приміщеннях чи спеціальних шафах, що виключають несприятливу дію навколишнього середовища.

1.2.2. Технічна база для автоматизації сільськогосподарського виробництва

Планомірна і послідовна інтенсифікація сільського господарства, підвищення його технічної оснащеності, комплексна механізація й електрифікація, досягнення науки і практики і загальні успіхи народного господарства підготували необхідні умови для розвитку автоматизації сільськогосподарського виробництва.

Сільське господарство тісно зв'язано з усіма галузями країни, воно поставляє іншим галузям 66% своєї продукції і споживає близько 60% засобів виробництва, що надходять з галузей, які забезпечують його роботу.

На село надходить усе більше сучасних високопродуктивних машин, що створюються відповідно до єдиної системи машин з комплексної механізації сільськогосподарського виробництва з урахуванням передового вітчизняного і закордонного досвіду. Освоюється випуск моделей нових сільськогосподарських машин і інших технічних засобів, що відрізняються високими техніко-економічними показниками. Особлива увага приділяється випуску устаткування для тваринницьких і птахівничих комплексів.

Нові комплекти машин в основному забезпечать комплексну механізацію й автоматизацію всіх процесів на комплексах з виробництва м'яса птахів, яєць, яловичини і свинини.

На фермах великої рогатої худоби комплексною механізацією охоплено 60% виробничих процесів, у свинарстві – 70%, у птахівництві – більше 85%. Завершується комплексна механізація рільництва, машинно-тракторний парк нараховує величезну кількість тракторів, автомобілів, зернових комбайнів.

Останні досягнення науки і техніки дозволяють поступово переходити від простого машинного сільськогосподарського виробництва до комплексно механізованого й автоматизованого. Оптимізація умов вирощування рослин, утримання і годівлі тварин за допомогою засобів автоматики розширює біологічні можливості збільшення виробництва продукції.

Широке використання засобів автоматики, оперативного керування, математичних методів аналізу з застосуванням електронно-обчислювальних машин закладає науково-технічні основи індустріального сільськогосподарського виробництва.

1.2.3. Основні завдання автоматизації технологічних процесів

Автоматизація сільськогосподарського виробництва має не тільки техніко-економічне, але і велике соціально-політичне значення. Комплексна механізація й автоматизація дозволяє підвищити продуктивність і поліпшити умови праці, збільшити кількість і якість одержуваної продукції, звільнити працівників від важкої фізичної й одноманітної розумової праці, знизити втрати і собівартість продукції, підвищити терміни служби сільськогосподарської техніки.

Для досягнення зазначених цілей необхідно передбачати наступне:

- постійне вдосконалення сільськогосподарських технологічних процесів у напрямку їхнього переведення з періодичних переривчастих у безупинні зі сполученим чи незалежним транспортним рухом;
- наукове узагальнення світового досвіду автоматизації сільського господарства, встановлення оптимального обсягу і черговості автоматизації технологічних процесів, виявлення типових рішень і їхніх аналогів у промисловості з метою розумного використання серійної апаратури автоматики, безупинне удосконалювання методів автоматизації й алгоритмів керування;
- визначення статичних і динамічних характеристик сільськогосподарських об'єктів автоматизації, математичний опис об'єктів керування (моделювання);
- вивчення і встановлення функціональних залежностей між контрольованими параметрами сільськогосподарської продукції і її фізичними властивостями (електричними, оптичними, акустичними, тепловими, механічними тощо) з метою їхнього використання для побудови вимірювальних перетворювачів, специфічних для сільського господарства неелектричних величин;
- розробка нових агрегатів і установок системи машин для сільського господарства з урахуванням вимог і можливостей їхньої автоматизації;
- удосконалювання методів оптимального проектування і розрахунку засобів автоматики з урахуванням розширення їхніх функціональних задач і підвищення апаратної й експлуатаційної надійності.

Майже 50% операцій у сільському господарстві виконується з застосуванням ручної праці. У системі машин для сільського господарства передбачено механізувати й автоматизувати близько 300 операцій, що виконуються вручну.

Істотне скорочення ручної праці забезпечує застосування маніпуляторів і промислових роботів. **Маніпулятор** – це окремий механізм, що виконує під керуванням оператора дії (маніпуляції), аналогічні діям рук людини. **Промисловий робот** – це автоматично програмно-керований маніпулятор. Промислові роботи знаменують собою якісно новий ступінь у розвитку автоматизації промислового і сільськогосподарського виробництва, істотно змінюють роль людини у виробничому процесі. Від традиційних автоматичних систем вони відрізняються тим, що здатні виконувати за людину універсальні ручні операції зі складними просторовими переміщеннями.

З упровадженням маніпуляторів і роботів у корені міняється вся організація технологічного процесу, оскільки багато ручних операцій при існуючій технології неможливо автоматизувати традиційними засобами.

Тільки з уведенням роботів у технологічний процес вдається цілком усунути важку і часто небезпечну ручну працю.

Питання для самоконтролю

1. Які особливості автоматизації в сільському господарстві?
2. Яка основна особливість сільськогосподарського виробництва?
3. Умови для розвитку автоматизації сільськогосподарського виробництва.
4. Що дозволяє комплексна механізація й автоматизація сільськогосподарського виробництва?
5. Які основні завдання автоматизації сільськогосподарського виробництва?

ТЕСТИ

1. Які особливості впливають на первинні перетворювачі і виконавчі органи автоматики?

- A. Широкі межі зміни параметрів навколишнього середовища.
- B. Мала небезпека відмовлень.
- C. Широкі межі зміни параметрів навколишнього середовища, мала імовірність відмов.

2. Нові комплекти машин для тваринницьких і птахівничих комплексів забезпечують...

А. Комплексу механізацію й автоматизацію всіх процесів на комплексах з виробництва м'яса птахів, яєць, яловичини і свинини.

В. Комплексу механізацію й автоматизацію всіх процесів на комплексах.

С. Комплексу механізацію з виробництва м'яса птахів, яєць, яловичини і свинини.

1.2.4. Класифікація процесів і об'єктів автоматизації сільськогосподарського виробництва

При розробці систем автоматики за основу беруть **виробничий процес**, що є сукупністю технологічних процесів, спрямованих на створення кінцевого продукту. Сільськогосподарський виробничий процес розділяють на технологічні процеси, що, у свою чергу, поділяються на робочі операції.

На рисунку 1.1 наведена функціональна схема автоматизованого виробничого процесу, на якій показані місце і взаємозв'язок технологічних процесів, їхніх режимів, операцій з датчиками інформаційних параметрів.

Виробничі процеси поділяють за відмітними ознаками галузевої приналежності, наприклад, процес оброблення і збирання зернових культур, процес післязбиральної обробки зерна, процес збереження овочів, процес відгодівлі тварин і одержання від них продукції.

Технологічний процес – це сукупність прийомів і операцій, доцільно спрямованих на переробку матеріалу чи продукту з вихідного стану до необхідного кінцевого стану. Технологічні процеси можуть відбуватися паралельно чи послідовно в часі.

Технологічний процес характеризується режимами функціонування:

- настановчим, зв'язаним з підготовкою машин і об'єктів до виконання їхніх основних функцій;
- робочим, обумовленим взаємодією об'єкта чи машини з матеріалом чи робочим середовищем;
- біологічним (чи фізико-хімічним), зв'язаним із тривалим природним процесом нагромадження усередині об'єкта рослинної чи тваринницької продукції;

-
-
- транспортним режимом, що включає переміщення машин, робочих органів, тварин чи матеріалу;
 - режимом обслуговування, наприклад, технічним доглядом за машиною, зоотехнічним обслуговуванням тварин і агротехнічним забезпеченням життєдіяльності рослин.

У сільськогосподарському виробництві найбільш специфічними є біологічні режими, для яких характерна безперервність фізіологічних процесів утворення продукції і циклічність її одержання. Такий процес не можна перервати і практично неможливо надолужити упущене шляхом інтенсифікації наступного періоду. Незважаючи на специфічність і різноманітність біологічних режимів, задача автоматизації їх у сільському господарстві залишається незмінною: забезпечити хід фізіологічних процесів таким чином, щоб у найкоротший термін при мінімальних витратах праці одержати найбільшу кількість продукції кращої якості.

Технологічна операція – це визначена сукупність організаційних і технологічних дій, що обумовлюють нормальне протікання всього процесу. Поділ технологічного процесу на технологічні операції дозволяє виявити тривалість операції, черговість її проведення, циклічність, тобто алгоритмувати технологічний процес.

Контроль і керування режимами й операціями здійснюються за інформаційними параметрами, вимірюваними первинними перетворювачами різних датчиків.

Операції виконуються одночасно (паралельно) чи послідовно. Контроль виконання всіх операцій не обов'язковий. Контролюються тільки основні операції і режими, що характеризують у цілому якісно і кількісно виконання виробничого процесу.

Класифікація об'єктів при розширенні робіт з автоматизації сільськогосподарських технологічних процесів і операцій полегшує визначення обсягу і черговості автоматизації, розробку типових рішень в області технології автоматизованого потокового виробництва і створення технічних засобів автоматики. У класифікацію повинні входити не тільки існуючі процеси й об'єкти автоматизації, але і ті, котрі можуть бути запропоновані надалі. Класифікація дозволяє точніше сформулювати вимоги до технічних засобів, вибрати раціональні принципи побудови систем автоматизації сільськогосподарських об'єктів, розробити загальні показники і методи визначення техніко-економічної ефективності автоматизації. Без наукової класифікації сільськогосподарських об'єктів і процесів у них неможливі

широкі теоретичні узагальнення, техніко-економічні порівняння і практичні оцінки.

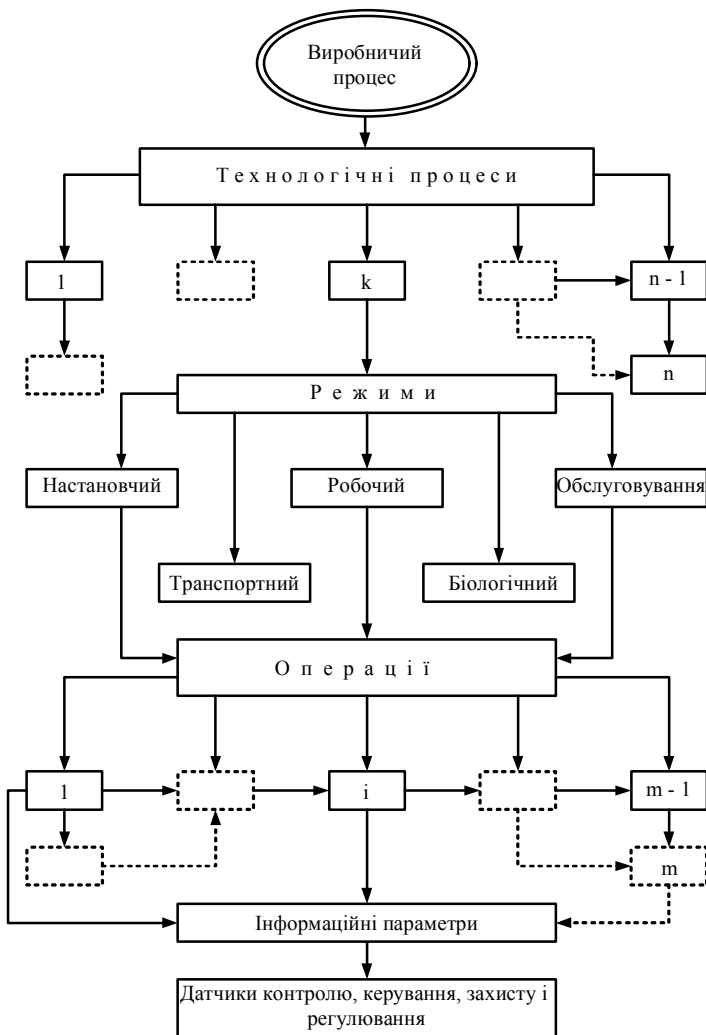


Рис. 1.1. Функціональна схема автоматизованого виробничого процесу

Виходячи з задач проектування систем автоматизації і створення засобів автоматики, сільськогосподарські об'єкти доцільно класифікувати за п'ятьма істотними ознаками: типом технологічних процесів; взаємозв'язком технологічного і транспортного руху; видом технологічного циклу; динамічними властивостями об'єкта і за агрегатним станом оброблюваного матеріалу.

Класифікація за типом технологічних процесів дає можливість розробити загальний підхід до рішення задачі автоматизації всього класу, незважаючи на технологічну специфіку. Доречно підкреслити, що наведений розподіл технологічних процесів на механічні, теплові, електричні, біологічні, хімічні і гідравлічні відображає основне визначальне явище в об'єкті, у якому можуть протікати одночасно й інші процеси, що мають другорядне значення.

За взаємозв'язком технологічного і транспортного рухів об'єкти поділяються на три класи: з несполученим, сполученим і незалежним рухом. В об'єктах з несполученим рухом одні установки призначені тільки для транспортування матеріалу без його обробки, а інші здійснюють його технологічну обробку. Ці об'єкти варто віднести до нижчого класу з погляду економічної ефективності автоматизації. До більш високого класу відносяться об'єкти, у яких транспортний і технологічний рух сполучені і знаходяться в тісному взаємозв'язку: обробка чи переробка матеріалів відбувається під час їхнього транспортування. Для цього класу установок автоматизація дозволяє істотно підвищити їхню продуктивність і забезпечити оптимальний режим роботи.

Об'єкти вищого класу мають незалежний рух. Транспортний рух може бути зроблено ними під час обробки, а технологічний рух – під час транспортування. Автоматизація цього класу об'єктів забезпечує безперервність виробничого процесу і найбільшу продуктивність.

Агрегатний стан оброблюваного матеріалу впливає на вибір виконавчих і первинних перетворювачів систем автоматики. Агрегатний стан матеріалу на вході в об'єкт може відрізнятися докорінно від стану на виході з об'єкта. Цю властивість необхідно враховувати при розробці технічних засобів автоматики сільськогосподарського призначення.

Автоматизації легше піддаються об'єкти з безупинним технологічним циклом і трохи складніше – з періодичними процесами, що особливо не мають самовирівнювання. В об'єктів із самовирівнюванням відхилення між заданим і дійсним значеннями керованого

параметра зростає дуже повільно завдяки зміні будь-якого іншого параметра, наприклад, при відмові повітряних калориферів у системі регулювання температури повітря в теплиці температура знижується повільно за рахунок переходу теплоти від ґрунту до повітря. Проміжні ємності так само, як і самовирівнювання, сприяють поліпшенню автоматичного керування процесом.

Для автоматичного керування об'єктом важливо знати його динамічні властивості, що істотно впливають на стійкість і якість регулювання. За динамічними властивостями сільськогосподарські об'єкти автоматизації можна розділити на сім основних типів.

В міру розвитку рівня сільськогосподарського виробництва число технологічних процесів і операцій, а також засобів контролю і керування неухильно росте. Тому необхідно постійно удосконалювати і розширювати класифікацію сільськогосподарських об'єктів з урахуванням особливостей і вимог автоматизації.

Класифікація повинна сприяти виробленню загальних вимог до технічних засобів, вибору раціональних принципів побудови систем і засобів автоматики, розробці загальних показників і методів визначення техніко-економічної ефективності автоматизації.

Питання для самоконтролю

1. Що таке технологічний процес?
2. Яке завдання автоматизації у сільському господарстві?
3. Як класифікують сільськогосподарські об'єкти ?

ТЕСТИ

1. Якими режимами функціонування характеризується технологічний процес?

- А. Настановчим, біологічним, транспортним, обслуговування.
- В. Настановчим, робочим, автоматичним, автоматизованим.
- С. Настановчим, робочим, біологічним, транспортним, обслуговування.

2. Якими координатами характеризуються найпростіші об'єкти автоматизації?

- А. Координатами збурення.
- В. Декількома вхідними і вихідними координатами, збурення.
- С. Вхідними і вихідними координатами.

3. Що таке технологічна операція?

А. Визначена сукупність організаційних і технологічних дій, що обумовлюють нормальне протікання всього процесу.

В. Сукупність прийомів і операцій, доцільно спрямованих на переклад матеріалу чи продукту з вихідного стану до необхідного кінцевого стану.

С. Сукупність технологічних процесів, спрямованих на створення кінцевого продукту.

4. Що таке виробничий процес?

А. Визначена сукупність організаційних і технологічних дій, що обумовлюють нормальне протікання всього процесу.

В. Сукупність прийомів і операцій, доцільно спрямованих на переклад матеріалу чи продукту з вихідного стану до необхідного кінцевого стану.

С. Сукупність технологічних процесів, спрямованих на створення кінцевого продукту.

5. Як класифікують сільськогосподарські об'єкти за типом технологічних процесів?

А. Механічні, теплові, електричні, біологічні, хімічні і гідравлічні.

В. Газоподібні, рідкі, тістоподібні.

С. Безінерційні, аперіодичні, коливальні, диференціальні, інтегральні, з запізненням.

6. Як класифікують сільськогосподарські об'єкти за взаємозв'язком технологічного і транспортного руху?

А. Безінерційні, аперіодичні, коливальні, диференціальні, інтегральні, з запізненням

В. З несполученим, сполученим і незалежним рухом

С. Неперервні та періодичні.

7. Як класифікують сільськогосподарські об'єкти за видом технологічного циклу?

А. Неперервні та періодичні.

В. Газоподібні, рідкі, тістоподібні

С. Механічні, теплові, електричні, біологічні, хімічні і гідравлічні

8. Як класифікують сільськогосподарські об'єкти за динамічними властивостями об'єкта?

- А. З несполученим, сполученим і незалежним рухом.
- В. Неперервні та періодичні.
- С. Безінерційні, аперіодичні, коливальні, диференціальні, інтегральні, з запізненням.

9. Як класифікують сільськогосподарські об'єкти за агрегатним станом оброблюваного матеріалу?

- А. Механічні, теплові, електричні, біологічні, хімічні і гідравлічні.
- В. Газоподібні, рідкі, тістоподібні.
- С. З несполученим, сполученим і незалежним рухом.

1.2.5. Загальні відомості про сільськогосподарські технологічні процеси

До технологічних відносяться процеси й об'єкти в структурній системі матеріального виробництва, що мають безпосереднє відношення до утворення (формування), збереження чи переміщення виробленої продукції.

Технологічний об'єкт автоматизації – це сполучення технологічного устаткування (машин, механізмів) і реалізованих на ньому технологічних процесів і операцій. **Технологічний процес** – це сукупність організованих впливів на предмет виробництва з метою надання йому якихось нових, обумовлених споживчими вимогами властивостей і якостей. Одиничний вплив, що приводить до зміни форми, структури, складу або стану предмета виробництва, називається **технологічною операцією**, а вплив, що викликає зміну просторового положення предмета виробництва, – транспортною операцією. Технологічні процеси й операції іноді узагальнено називають **технологічним рухом**, а операції по переміщенню речовини – **транспортним рухом**.

У сучасному сільськогосподарському виробництві цьому загальному визначенню цілком відповідає технологічний рух, що відноситься до допоміжного і підсобного виробництва. Це процеси кормоприготування, первинної обробки чи переробки продукції, збирання й утилізації екскрементів, видобуток й обробка води, виробництва і розподіли теплового й іншого видів енергії тощо.

Відмінна риса основного сільськогосподарського виробництва полягає в тому, що в утворенні продукції (приросту, приплоду) обов'язково беруть участь різні види сільськогосподарських рослин, продуктивних тварин, птахів. Сільськогосподарські технологічні об'єкти включають, як правило, у свою структуру продуктивні рослини чи тварини разом з виробничими приміщеннями.

Технологія виробництва поєднує набір процесів і операцій, необхідних для одержання завершеного, готового до реалізації продукту, а також визначає загальні принципи, способи і режими здійснення впливів. Так, технологія виробництва молока визначає способи утримання корів (прив'язний чи безприв'язний) і годівлі (гранульованими повноцінними кормами чи вологими мішанками), а також режими годівлі (дво- чи триразове).

Технологія виробництва постійно удосконалюється. Новітня технологія найбільш повно використовує наявний на даний момент науково-технічний потенціал і передовий досвід, забезпечує високу економічну ефективність, кількісні і якісні показники виробництва. Основою для постійного розвитку й удосконалення технології є поглиблення індустріалізації, концентрація і спеціалізація сільськогосподарського виробництва, переклад деяких видів виробництва на промислову основу, розвиток комплексної механізації, електрифікації й автоматизації технологічних процесів.

1.2.6. Технологічні вимоги при розробці систем автоматичного керування

При створенні автоматичних систем керування технологічними процесами сільськогосподарського виробництва одним з найбільш відповідальних етапів є розробка оптимального, тобто найефективнішого варіанта технологічного процесу, що підлягає автоматизації.

У зв'язку з тим, що сільське господарство характеризується різноманіттям галузей виробництва і розмаїтістю технологічних процесів, розробка оптимального технологічного процесу в кожному конкретному випадку — це дуже складне завдання. Розвиток уніфікованих процесів сільськогосподарського виробництва сприяє успіху розробки оптимальних, придатних для автоматизації технологічних процесів. Тому дуже актуальною, особливо в умовах переходу сільського господарства на промислову основу, є проблема типізації, універсалізації і навіть стандартизації сільськогосподарських технологічних процесів і техніки.

Перехід сільського господарства на промислову основу тісно пов'язаний із процесами концентрації й інтенсифікації виробництва. В цих умовах, коли поряд з великими потоками сировини, енергії, праці йде великий потік взаємозалежної інформації, точне і правильне осмислювання цієї інформації, прийняття відповідних оптимальних рішень і взагалі повноцінне керування виробництвом можливі тільки при використанні методів і засобів автоматизації. Однак застосування досягнень автоматизації вимагає певної технологічної підготовки виробничих процесів.

Досвід переозброєння провідних галузей народного господарства показує, що ефективність автоматизації залежить від взаємозалежного рішення трьох основних задач: 1) розробки нових технологічних процесів і типізації їх; 2) створення технологічного устаткування, що забезпечує якісне виконання типізованого технологічного процесу; 3) вироблення алгоритмів ефективного керування технологічними процесами, операціями й устаткуванням за допомогою технічних засобів автоматики.

Рішення першої задачі вимагає спеціальних знань і необхідного досвіду з визначення заданих параметрів точності, продуктивності, способів обробки, транспортування, збереження, зі створення методів типізації технологічних процесів тощо, тобто тут потрібні знання і досвід фахівців-технологів сільськогосподарського виробництва, що повною мірою володіють основами технологічної науки.

Типізацію технологічного процесу в сільськогосподарському виробництві доцільно починати зі складання так званого технологічного ланцюжка.

Технологічний ланцюжок відображає взаємозв'язок технологічних процесів, окремих операцій і режимів машин, що беруть участь у їхньому виконанні. Наприклад, технологічний ланцюжок післязбирання зерна в потоці включає наступні операції: доставку зерна від комбайна, зважування зерна, його розвантаження, транспортування норією, первинне очищення від домішок на повітрорешітних машинах, транспортування норією, сушіння, охолодження, транспортування норією, вторинне очищення від дрібних домішок, транспортування шнеком, сортування на трієрах, збір у бункер, зважування, транспортування на склад, зважування і складування.

Технологічний ланцюжок дозволяє виявити порядок дії машин відповідно до вимог процесу, обсяг робіт з операцій, необхідну кількість машин, установити оптимальне агрегування і припустимий

ступінь типізації технологічних процесів. Таким чином, технологічний ланцюжок дає можливість глибоко проникнути в саму технологію процесу у всіх його аспектах.

Пристаюючи до розробки систем автоматичного керування, розроблювач повинен добре вивчити об'єкт автоматизації, цілком усвідомити всі можливі режими роботи.

Варто мати на увазі, що розробляти автоматичні системи керування об'єктом часто потрібно для виробництва різних рівнів розвитку. У зв'язку з цим ступінь автоматизації і сукупність операцій і режимів обумовлені рівнем розвитку самого виробництва. Отже, будь-який технологічний процес можна розділити на операції по-різному. Але при цьому поділі розробник завжди повинен собі відповісти на наступні основні питання.

1. Які цілі і завдання системи автоматичного керування?
2. Які блоки складають об'єкт керування?
3. Які функціональні і керуючі зв'язки є між блоками, що визначають майбутню систему?
4. Які режими об'єкта керування і його блоків і скільки технологічно припустимих переходів між цими режимами?
5. Якими конкретними алгоритмами описується той чи інший режим?
6. Які датчики і виконавчі елементи можуть бути застосовані для даної системи?
7. Які математичні рівняння, що характеризують той чи інший режим роботи систем, описують взаємодію керуючих сигналів і сигналів збурення?

Після аналізу технологічних процесів чи окремих операцій необхідно установити весь обсяг інформаційних параметрів, що характеризують технологію, і всі їх взаємозв'язки.

Накопичена відповідно до поставлених питань інформація повинна бути в компактній і зручній для подальшої роботи формі. Саме це дає можливість виявити перелік інформаційних параметрів.

Класифікація інформаційних параметрів і технологічний ланцюжок дозволяють скласти структурну схему системи керування, що є сукупністю об'єкта керування і керуючого пристрою.

Варто мати на увазі, що неповна і неточна обробка всієї інформації приводить до її перекручування на наступних рівнях, до запізнювання в прийнятті рішень і заходів для узгодження дій установок, поточкових ліній, цехів і в підсумку до збільшення витрат на виробництво, зниження рентабельності, псування продукції тощо.

1.2.7. Технологічні установки як об'єкти автоматизації

Об'єкт автоматизації (ОА) – це реальна технологічна установка, функціонування якої характеризується деякими показниками якості – технологічними параметрами, що є вихідними координатами, а також штучно створюваними вхідними впливами, які прямо чи побічно впливають на стан параметрів.

Найпростіші об'єкти автоматизації мають одну вихідну величину і відповідно один вхідний вплив. Наприклад, у водонагрівача-термоса вихідною величиною (параметром) є температура води, а регулюючим впливом – електрична напруга, що подається на електронагрівники (рис. 1.2).

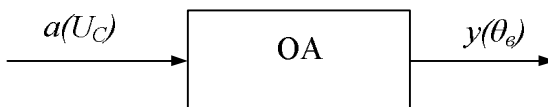


Рис. 1.2. Структура водонагрівача-термоса як об'єкта регулювання температури води: *a* – вхідна координата – електрична напруга; *y* – вихідна координата – температура води

До простих можна віднести також технологічні установки з декількома вхідними і вихідними координатами, якщо між цими координатами не існує функціональних взаємозв'язків. Такий об'єкт можна розглядати як декілька найпростіших за відповідними параметрами і каналами вхідних впливів. Наприклад, у свинарниках при змішуванні комбікорму з водою й іншими добавками цілком допустимо процеси заповнення змішувача водою, комбікормом тощо розглядати окремо (рис. 1.3).

І нарешті, складні об'єкти з декількома взаємозалежними структурами вхідних і вихідних координат вимагають обліку взаємного впливу суміжних впливів і параметрів. Наприклад, при регулюванні мікроклімату вентиляція впливає не тільки на концентрацію газів CO_2 , NH_3 , H_2S у приміщенні, але і на температуру і вологість, у свою чергу, випаровування підвищує вологість і знижує температуру (рис. 1.4).

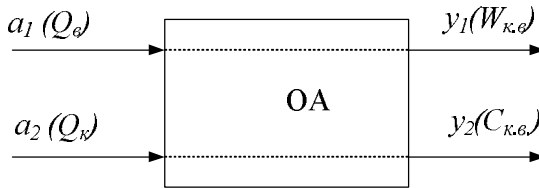


Рис. 1.3. Структура кормозмішувача у свинарнику як об'єкта керування завантаженням: a_1 і a_2 – вхідні впливи – подача води $Q_в$ і комбікорму $Q_к$ у змішувач; y_1 і y_2 – вихідні величини – вологовміст $W_{к.в.}$ та концентрація корму $C_{к.в.}$ кормосуміші

При невеликій кількості взаємозалежних координат звичайно вдається установити головні для даного процесу параметри, яким варто віддати перевагу в процесі регулювання, тоді інші можна розглядати як другорядні (залежні).

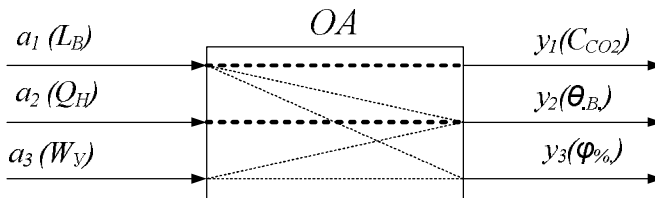


Рис. 1.4. Структура пташника як об'єкта регулювання мікроклімату: a_1 , a_2 , a_3 – вхідні координати – вентиляція $L_в$, обігрів $Q_н$, зволоження $W_у$; y_1 , y_2 , y_3 – вихідні координати – концентрація вуглекислого газу $C_{сo2}$, температура $\theta_в$ і вологість $\phi\%$ повітря

Однак у сучасному сільськогосподарському виробництві багато технологічних об'єктів набагато більш складних за структурою взаємозв'язків. Наприклад, пташник із птахами – це об'єкт із безліччю вихідних координат (якими є параметри мікроклімату, годівлі і освітлення, збирання посліду і збору яєць, поїння і санітарного стану) і низкою керованих впливів з обслуговування поголів'я птахів, тобто вхідними координатами. Між цими координатами існують визначені зв'язки і взаємозалежності.

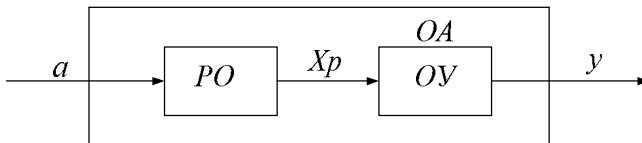


Рис. 1.5. Структура найпростішого об'єкта автоматизації

Усі розглянуті об'єкти автоматизації мають складну внутрішню структуру і можуть бути представлені рядом елементарних функціональних ланок, певним чином з'єднаних між собою. У найпростішому випадку в структурі об'єкта автоматизації можна виділити об'єкт керування ОУ – технологічний процес, розглянутий ізольовано, і регулюючий орган РО – пристрій, що забезпечує цілеспрямований вплив на об'єкт керування (рис. 1.5).

Об'єкти керування (рис. 1.6) характеризуються трьома узагальненими координатами. Перша координата – вихідна величина y чи параметр процесу, що характеризує наявність в об'єкті речовини, або його енергетичний потенціал. Друга координата – збурення X_3 – сумарний (результуючий) потік речовини чи енергії, обумовлений ходом процесу (навантаження) і впливом середовища (перешкоди).

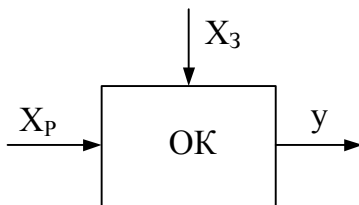


Рис.1.6. Структура простого об'єкта керування

І нарешті, третя координата – регулюючий вхідний вплив X_p – величина штучно утвореного впливу, покликаного компенсувати дію збурення і забезпечити нормальне функціонування процесу. Щоб об'єкт знаходився в рівновазі, повинна бути дотримана умова $X_p = X_3$ чи $X_p - X_3 = 0$. Наявність $\Delta x = X_p - X_3$ дозволяє повертати об'єкт до оптимального значення параметра після його природного відхилення.

Регулюючий вхідний вплив на об'єкт X_p одночасно є вихідною координатою регулюючого органа РО, входом якого служить вплив, що прикладається до нього при ручному керуванні, – відкриття

заслінок чи засувок, подача електричної напруги на електроприводи, електротеплові чи освітлювальні установки, ввімкнення швидкостей, муфт, трансмісій тощо.

Наявність регулюючого органа – неодмінна умова і вимога керованості технологічного об'єкта. Прикладом може бути камера інкубатора як об'єкт регулювання вологості повітря. Об'єкт керування в ній – повітряне середовище всередині камери, регулювальний орган – клапан подачі води на зволожувач, параметр – відносна вологість повітря, збурення – викид вологи з вентиляційним повітрям, що регулює ручний вплив – подача напруги на соленоїд електроклапана.

Взаємозв'язок між узагальненими координатами об'єктів керування виражається статичними і динамічними характеристиками. Статична характеристика об'єктів керування – це залежність між вихідною координатою (параметром процесу) і результирующим значенням вхідної координати – впливом при сталих режимах, тобто функцію.

1.2.8. Вихідна інформація про технологічні процеси як об'єкти керування

При розв'язку задач автоматизації керування технологічними процесами потрібно мати вихідну інформацію, що характеризує наступне:

- дані про ємності об'єктів автоматизації і зв'язки між ними;
- вимоги до показників якості (параметрів) технологічних процесів;
- значення, інтенсивність зміни в часі і місце прикладання збурювання;
- значення регулюючого впливу і передатні властивості регулювальних органів.

Кожна ділянка, де може накопичуватися речовина чи енергія в об'єкті (ємність), повинна бути охарактеризована окремо і повинні бути надані дані про з'єднання між всіма ємностями: опір потоків, характеристика пружних елементів тощо.

Для вирішення завдань автоматизації важливі всебічні відомості про збурення. Насамперед, це кількісна характеристика як всіх потоків речовини чи енергії розглянутого об'єкта керування, що беруть участь у технологічному процесі (навантаження), так і викликаних зовнішніми факторами (перешкоди). Ці зведення можуть бути представлені максимальними, мінімальними чи усередненими значеннями самих

потоків чи залежностями, що їх характеризують, а також імовірністю сполучення різних факторів.

Наприклад, тепловий потік від тварин може бути визначений у розрахунку на одиницю маси тварин, а потік теплоти через огороження – за допомогою розрахункового значення температури зовнішнього середовища.

В одноємнісних об'єктах збурювання можуть бути прикладені на стороні подачі чи витрати, у багатоемнісних – до різних ємностей, а в об'єктах з розосередженими параметрами – до певних ділянок.

Відомості про регулювальні органи, через які здійснюється регулюючий вплив на об'єкт керування, беруть з паспортних даних пристроїв, що здійснюють ці впливи.

Питання для самоконтролю

1. Що таке технологічний об'єкт автоматизації?
2. Що поєднує технологія виробництва?
3. Що є основою для постійного розвитку й удосконалювання технології виробництва?
4. Що вимагає задача розробки нових технологічних процесів і типізації їх?
5. Що дозволяє виявити технологічний ланцюжок процесу?
6. Яку інформацію потрібно мати для рішення задач автоматизації керування?

ТЕСТИ

1. Технологічна операція – це ...

А. одиничний вплив, що приводить до зміни форми, структури, складу або стану предмета виробництва.

В. вплив, що викликає зміну просторового положення предмета виробництва.

С. поєднання технологічного устаткування і реалізованих на ньому технологічних процесів.

2. Технологічний об'єкт автоматизації – це...

А. вплив, що викликає зміну просторового положення предмета виробництва.

В. поєднання технологічного устаткування (машин, механізмів) і реалізованих на ньому технологічних процесів і операцій.

С. одиничний вплив, що приводить до зміни форми, структури, складу або стану предмета виробництва.

3. Скільки величин (параметрів) мають найпростіші об'єкти автоматизації?

- А. Одну вихідну величину і відповідно один вхідний вплив.
- В. Одну вихідну величину.
- С. Кілька взаємозалежних вхідних і вихідних координат.

4. Скільки величин мають складні об'єкти автоматизації?

- А. Одну вихідну величину і відповідно один вхідний вплив
- В. Кілька взаємозалежних вхідних і вихідних координат
- С. Кілька взаємозалежних вхідних і вихідних координат, які вимагають обліку взаємного впливу, суміжних впливів і параметрів

5. Якими узагальненими координатами характеризуються об'єкти керування?

- А. Перша координата – вихідна величина, друга – збурювання.
- В. Перша координата – вихідна величина, друга – збурювання, третя – регулюючий вхідний вплив.
- С. Перша координата – вихідна величина, друга – регулюючий вхідний вплив.

6. При дотриманні якої умови об'єкт буде знаходитися в рівновазі?

- А. Регулюючий вхідний вплив відповідає величині збурювання.
- В. Регулюючий вхідний вплив відповідає вихідній величині.
- С. Вихідна величина відповідає величині збурення.

7. Що таке статична характеристика об'єктів керування?

- А. Залежність між вихідною і вхідною координатами.
- В. Залежність між вихідною координатою і величиною збурювання.
- С. Залежність між вихідною координатою і результирующим значенням вхідної координати – впливом при сталих режимах.

1.3. СХЕМИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.3.1. Класифікація схем автоматизації

При розробці схем автоматичного управління і технологічного контролю застосовують різні прилади і засоби автоматизації, що сполучаються з об'єктом управління і між собою за певними схемами. Залежно від використовуваних приладів і засобів автоматизації (електричних, пневматичних, гідравлічних) і лінійного зв'язку в проектах автоматизації розробляють схеми, які розрізняють за видами і типами.

За видами схеми підрозділяють на *електричні, пневматичні, гідравлічні і комбіновані*.

Найбільшого поширення в практиці автоматизації технологічних процесів набули електричні прилади і засоби автоматизації, що пояснюється великою різноманітністю наявної апаратури і приладів і наявністю на об'єктах джерел електроживлення необхідної потужності і напруги. У зв'язку з цим найбільшого поширення набули електричні схеми. У спеціальних умовах, наприклад, в умовах вибухонебезпечних виробництв, в переважній більшості випадків застосовують пневматичні прилади і засоби автоматизації. Це зумовило необхідність виконання великого числа різних пневматичних схем. Через громіздкість гідравлічної апаратури і труднощів передачі гідравлічних командних імпульсів на великі відстані гідравлічні схеми набули невеликого поширення.

У ряді випадків в проектах зустрічаються комбіновані електропневматичні, електропневмогідравлічні, пневмогідравлічні і електрогідравлічні схеми.

За типами схеми автоматизації підрозділяють на *структурні, функціональні, принципові, монтажні, з'єднань*.

Схеми автоматизації, як правило, виконують без дотримання масштабу. У монтажних схемах дотримується дійсне просторове розташування окремих засобів автоматизації і монтажних виробів.

1.3.2. Класифікація електричних схем

У проектах автоматизації сільськогосподарського виробництва використовують такі електричні схеми: структурні, функціональні, принципові, з'єднань, підключень та ін.

Визначення типу та сфери застосування схем автоматизації показано в таблиці 1.1.

В конструкторській документації схеми автоматизації кодуються буквами і цифрами залежно від виду і типу схеми. Коди видів і типів схем автоматизації показано в таблиці 1.2.

Схеми автоматизації мають загальні терміни і поняття щодо схем (додаток до ГОСТ 2.701-76).

Таблиця 1.1

Характеристики типів схем

Тип схеми	Визначення типу	Сфера застосування
1	2	3
1. Структурна схема	Визначає основні функціональні частини виробу, їх призначення і взаємозв'язок	Розробляються при проектуванні виробів (установок) на стадіях, що є попередніми відносно розробки схем інших типів, використовуються для загального ознайомлення з виробом (установкою)
2. Функціональна схема	Визначає основні процеси, що протікають в окремих функціональних колах виробу (установки) чи у виробі (установці) в цілому	Використовуються для вивчення принципів роботи виробів (установок), а також при їх налагодженні, контролі і ремонті
3. Принципова (повна) схема	Визначає повний склад елементів і зв'язків між ними, і, як правило, дає детальне уявлення про принципи роботи виробу (установки)	Служать основою для розробки конструкторської документації, наприклад, схем з'єднань (монтажних). Використовуються для вивчення принципів роботи виробів (установок), а також при їх налагодженні, контролі і ремонті
4. Схема з'єднань (монтажна)	Показує з'єднання складових частин виробу (установки) і визначає проводи, джгути, кабелі, якими здійснюються ці з'єднання, а також місця їх приєднання і вводу	Використовується при розробці конструкторської документації і насамперед, креслень, які визначають прокладання і способи кріплення проводів, джгутів, кабелів у виробі (установці), а також для здійснення приєднань і при контролі, експлуатації і ремонті виробів (установок)
5. Схема підключення	Показує зовнішні електричні зв'язки між вимірювальними пристроями і засобами отримання первинної інформації, з одного боку, щитами і пультами автоматизації – з іншого	Використовується при розробці конструкторської документації, а також для здійснення підключень виробів і при їх експлуатації.

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
6. Загальна схема	Визначає складові частини комплексу і з'єднання їх між собою на місці експлуатації	Використовується при ознайомленні з комплексами, а також при їх контролі і експлуатації. За необхідності загальна схема може розроблятися на збиральну одиницю
7. Схема розташування	Визначає відносне розташування складових частин виробу (установки), а за необхідності, також проводів, двигунів, кабелів, трубопроводів тощо.	Використовується при розробці конструкторської документації, а також при експлуатації і ремонті виробів (установок)

Елемент схеми – складова частина схеми, яка виконує певну функцію у виробі і не може бути розділена на частини, які мають самостійне функціональне призначення (резистор, трансформатор, насос-розподільник, муфта та ін.).

Таблиця 1.2

Коди видів і типів схем автоматизації

Вид схеми	Шифр	Тип схеми	Шифр
Електрична	Е	1. Структурна	1
Гідравлічна	Г	2. Функціональна	2
Пневматична	П	3. Принципова (повна)	3
Кінематична	К	4. З'єднань (монтажна)	4
Оптична	Л	5. Підключення	5
Вакуумна	В	6. Загальна	6
Газова	Х	7. Розташування	7
Автоматизації	А	8. Інші	8
Комбінована	С	9. Об'єднана	9

Пристрій – сукупність елементів, що є єдиною конструкцією (блок, шафа, механізм). Пристрій може не мати у виробі певного функціонального призначення.

Функціональна група – сукупність елементів, що виконують у виробі певну функцію і не об'єднані в єдину конструкцію.

Функціональна частина – елемент, пристрій, функціональна група .

Функціональне коло – лінія, канал, тракт певного значення (канал звуку, тракт ПВЧ та ін.)

Лінія взаємозв'язку – відрізок лінії, що вказує на наявність зв'язку між функціональними частинами виробу.

Установка – умовне найменування об'єкта в енергетичних спорудах, на який випускається схема, наприклад, головні (силові) кола.

Питання для самоконтролю

1. Що показує схема з'єднань (монтажна)?
2. Що визначає структурна схема?
3. Що показує схема підключення?

ТЕСТИ

1. Що визначає функціональна схема?

А. Основні процеси, що протікають в окремих функціональних колах виробу (установки) чи у виробі (установці) в цілому.

В. Основні функціональні частини виробу, їх призначення і взаємозв'язок.

С. Складові частини комплексу і з'єднання їх між собою на місці експлуатації.

2. Що визначає принципова схема?

А. Показує з'єднання складових частин виробу (установки) і визначає проводи, джгути, кабелі або трубопроводи.

В. Повний склад елементів і зв'язків між ними, і, як правило, дає детальне уявлення про принципи роботи виробу (установки).

С. Повний склад елементів і зв'язків між ними.

3. Елемент схеми – це...

А. складова частина схеми, яка виконує певну функцію у виробі і не може бути розділена на частини, які мають самостійне функціональне призначення.

В. складова частина схеми, яка виконує певну функцію.

С. складова частина схеми, яка має самостійне функціональне призначення.

4. Пристрій – це...

А. сукупність елементів, що виконують у виробі певну функцію.

В. сукупність елементів, що є єдиною конструкцією (блок, шафа, механізм) і може не мати у виробі певного функціонального призначення.

С. сукупність елементів, що не можуть мати у виробі певного функціонального призначення.

5. Функціональна група – це...

А. сукупність елементів, що виконують у виробі певну функцію і не об'єднані в єдину конструкцію.

В. сукупність елементів, що виконують у виробі певну функцію.

С. сукупність елементів, що не об'єднані в єдину конструкцію.

6. Лінія взаємозв'язку – це...

А. відрізок лінії, що вказує зв'язок.

В. відрізок лінії, що вказує функціональні частини виробу.

С. відрізок лінії, що вказує на наявність зв'язку між функціональними частинами виробу.

1.3.3. Структурні та функціональні схеми

Структурні схеми. При розробці систем автоматизації в першу чергу необхідно з'ясувати, з яких місць ті або інші ділянки об'єкта управляються, де розміщені пункти управління, операторські приміщення і який взаємозв'язок між ними, тобто необхідно встановити, яка структура управління об'єктом.

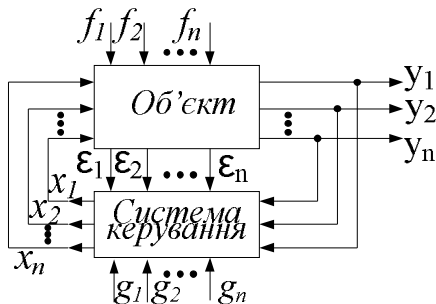


Рис. 1.7. Структурна схема системи автоматизації

У найзагальнішому вигляді структурна схема системи автоматизації представлена на рис. 1.7. Система автоматизації складається з об'єкту автоматизації і системи управління цим об'єктом. Завдяки певній взаємодії між об'єктом автоматизації і системою управління система автоматизації в цілому забезпечує необхідний результат функціонування об'єкта, що характеризується параметрами $y_1, y_2, \dots, y_n$. Ці параметри називають *вихідними* параметрами об'єкта автоматизації.

До цих параметрів можна віднести як величини, що визначають, наприклад, доцільний кінцевий продукт технологічного процесу, так і окремі параметри, що визначають хід технологічного процесу, його економічність, безаварійну роботу тощо.

Окрім цих основних параметрів, робота об'єктів автоматизації характеризується рядом допоміжних параметрів ($\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$), які також повинні контролюватися і регулюватися, наприклад, підтримуватися постійними. До такого роду параметрів можна віднести, зокрема, величини, що визначають роботу установок підготовки технологічного повітря, технологічної пари насосних станцій оборотного водопостачання тощо.

Від цих установок потрібна тільки подача на вхід технологічної установки початкової сировини і енергоносіїв із заданими параметрами. При цьому необхідне дозування подачі сировини і енергоносіїв здійснюється засобами управління, що відносяться до технологічної установки.

В процесі роботи на об'єкт надходять збурюючі дії $f_1, f_2, \dots, f_n$, що викликають відхилення параметрів $y_1, y_2, \dots, y_n$ від їх оптимальних значень. Ці дії на об'єкт автоматизації, які є непередбачуваними, називають *збуренням*.

Інформація про поточні значення $y_1, y_2, \dots, y_n, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ надходить в систему управління і порівнюється з їх заданими значеннями g_1, g_2, g_n внаслідок чого система управління здійснює керуючий вплив $x_1, x_2, \dots, x_n$ на об'єкт, направлений на компенсацію відхилень вихідних параметрів від їх оптимальних значень. Цей керуючий вплив на об'єкт називають *вхідними* параметрами об'єкта автоматизації.

Таким чином, об'єкт автоматизації в загальному випадку складається з декількох більшою чи меншою мірою зв'язаних одна з одною ділянок управління. Останні фізично можуть представлятися у вигляді окремих установок, агрегатів і так далі або у вигляді локальних

каналів управління окремими параметрами одних і тих же установок, агрегатів тощо.

У свою чергу система управління залежно від важливості регульованих параметрів, кола інтересів експлуатаційного персоналу, якому важливо знати їх значення для здійснення оптимального управління об'єктом, в загальному випадку повинна забезпечувати різні рівні управління об'єктом автоматизації, тобто повинна включати декілька пунктів управління, в тому або іншому ступені взаємозв'язаних один з одним.

Як було викладено вище об'єкти автоматизації характеризуються вихідними, вхідними параметрами та збуреннями. Для того, щоб врахувати дію цих параметрів на об'єкт автоматизації, розробляється структурна схема. Перед виконанням структурної схеми потрібно знати призначення об'єкта автоматизації та його технологічну роботу.

Об'єкт автоматизації на схемі показують у вигляді прямокутника. Параметри об'єкта позначають літерами.

Всі параметри зображують стрілками і розміщують вихідні параметри у праворуч, а вхідні x – ліворуч від об'єкта автоматизації, збурення f – зверху. Біля стрілок позначають фізичну, механічну, енергетичну, електричну величини відповідними літерами. Під схемою проставляються всі позначення з їх розшифровку.

Загальний вигляд структурної схеми простого об'єкта автоматизації на прикладі елементного водонагрівача зображено на рисунку 1.8.

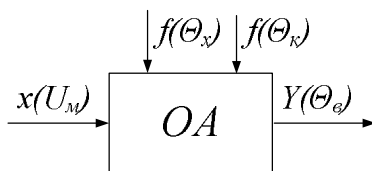


Рис. 1.8. Структурна схема елементного водонагрівача:

x – вхідні параметри; Y – вихідні параметри; f – збурення; U_m – напруга мережі; Θ_e – температура нагріву води; Θ_x – температура холодної води; Θ_k – температура корпусу водонагрівача

Функціональні схеми поділяються на функціональні електричні та функціонально-технологічні схеми автоматизації.

Функціональна електрична схема показує функціональне призначення елементів, пристроїв схеми автоматизації, їх взаємозв'язок із зазначенням виду величини, що передається між функціональними пристроями, використовуючи умовні позначення.

Для того, щоб розробити функціональну схему потрібно досконало знати технологічну роботу установки та призначення кожного елемента об'єкта автоматизації.

На функціональній схемі позначення зображують квадратами з розмірами 15 мм, пристрій, що порівнює вхідні величини з заданим параметром, позначають колом з діаметром 10 мм і проставляють напрямок дії сигналів за допомогою стрілок між функціональними пристроями.

Напрямок дії керуючого сигналу вказують відповідно до послідовності спрацювання елементів або пристроїв установки. Наприклад, від сприймаючого до порівнюючого пристрою, потім до підсилювального, керуючого, виконавчого та на об'єкт керування, яким є установка. На стрілках напрямку дії проставляють величину, яка передається між цими елементами або пристроями, використовуючи позначення, що прийняті для позначення фізичних, механічних і електричних величин.

Приклади позначень деяких функціональних пристроїв на функціональній схемі показано в таблиці 1.3.

Розміщують на схемі умовні позначення симетрично, лінії зв'язку повинні бути паралельні або перпендикулярні. Позначення мають бути акуратні і розбірливі. Під схемою розміщують позначення елементів або пристроїв на функціональній схемі.

Зразок функціональної схеми елементного непроточного водонагрівача показано на рисунку 1.9.

Функціонально-технологічна схема (ФТС) автоматизації відображає технічні рішення автоматизації конкретних технологічних процесів. Вона виконується для кожної ділянки виробництва окремо і містить машинно-апаратну схему технологічного процесу, на якій за допомогою умовних позначень відображають пристрої керування, прилади і засоби автоматизації і зв'язки між ними, які визначають в цілому принципи побудови системи автоматичного контролю і керування об'єктом.

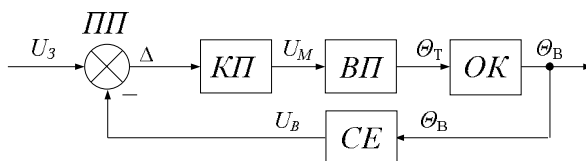
На функціонально-технологічних схемах автоматизації зображення приладів і засобів автоматизації розміщуються як на схемі розміщення, так і в прямокутниках, які знаходяться в нижній частині креслення (приблизно 1/3 висоти) під схемою розміщення.

Таблиця 1.3

Основні позначення на функціональній схемі

Позначення на функціональній схемі	Найменування позначень на функціональній схемі
КП	Керуючий пристрій
ВП	Виконуючий пристрій
ПП	Пристрій порівняння
СП	Сприймаючий пристрій
ПвП	Перетворювальний пристрій
ПрП	Програмний пристрій
ЗП	Затримуючий пристрій
ППд	Пристрій підсилення
ОК	Об'єкт керування

На зображеннях технологічного обладнання або трубопроводів безпосередньо показуються всі первинні перетворювачі і окремі пристрої для виміру технологічних параметрів. На технологічних трубопроводах показують також зображення регулюючих органів, які входять в окремі контури регулювання, а поряд з ними – зображення виконавчих механізмів, з якими регулюючий орган зв'язаний механічно. Решта апаратури системи автоматизації згрупована і зображена в прямокутниках, які відповідають цьому розміщенню: прилади, встановлені на місці, прилади на спеціальних щитах, прилади на центральному щиті.

**Рис. 1.9. Функціональна схема елементного водонагрівача:**

ОК – об'єкт керування, водонагрівач. ВП – виконуючий пристрій, ТЕНи, КП – керуючий пристрій, магнітний пускач, ПП – пристрій порівняння, термореле

Прямокутники рекомендується виконувати висотою 40 мм, а при більшій кількості апаратури висота може бути збільшена. У всі прямокутники з лівої сторони на полі шириною 15 мм записують відповідні надписи: “Прилади на місці”, “Щит керування”, “Прилади на щиті”.

В прямокутниках щитів показують всі засоби автоматизації, які встановлені всередині щита, прилади і засоби автоматизації, без яких складно показати межі регулювання: обчислювальні блоки, перетворювачі, сигналізатори тощо.

Для зображення окремих вимірювальних контурів або регулюючих комплектів і для відображення взаємозв'язків між окремими засобами автоматизації використовуються лінії зв'язку між цими елементами. Лінії зв'язку показують тонкими суцільними лініями товщиною 0,2–0,3 мм, які проводяться з найменшим числом перегинів та перетинань між собою. Перетинання умовних позначень засобів автоматизації лініями зв'язку не допускається. Лінії зв'язку до символу приладу допускається підводити з будь-якої сторони кола (зверху, знизу, збоку). Якщо виникає необхідність вказати напрямок передачі сигналу, на лініях зв'язку допускається наносити стрілки.

На функціонально-технологічній схемі автоматизації зв'язок окремих пристроїв, що встановлені на технологічному обладнанні, з первинним вимірювальним перетворювачем або приладом показують лініями, які з'єднують технологічний трубопровід або апарат, з якого знімається інформація. За необхідності точне місце знаходження окремого пристрою або місця виміру (всередині технологічного пристрою) зображують колом діаметром 2 мм на кінці тонкої лінії.

Коли кілька первинних елементів приєднуються до одного приладу, то дозволяється об'єднувати лінії зв'язку в одну. Таке об'єднання допускається також при наявності кількох окремих пристроїв, які працюють з одним приладом через перемикач.

Електроапаратуру, яка призначена для керування і сигналізації з однотипним обладнанням, дозволяється зображувати на схемі для одного електроприводу, а на кресленні вказати загальну кількість.

При виконанні ФТС автоматизації складних технологічних установок дозволяється робити розрив лінії зв'язку для того, щоб не було великої кількості перетинів та кутів в лініях. Для цього лінії зв'язку нумеруються однаковими арабськими цифрами, які можна розміщувати в колі діаметром 5 мм, розміщеному на кінці лінії зв'язку. Рекомендується кінці лінії зв'язку біля прямокутника і на технологічній схемі виконувати на одній лінії. При цьому лінії зв'язку на технологічному обладнанні дозволяється обривати знизу, зверху і збоку. Кінці з'єднувальних ліній біля прямокутника необхідно нумерувати зліва направо у порядку зростання.

Технологічне обладнання на ФТС автоматизації зображується спрощено у вигляді схеми без дотримання масштабу. Ця схема повинна відповідати машино-апаратній технологічній схемі з зображенням

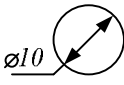
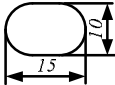
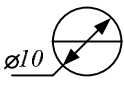
трубопроводів, органів керування, електрообладнання та допоміжного обладнання. Другорядні пристрої не зображуються. Зображення технологічного обладнання і трубопроводів на технологічній схемі повинно давати повне уявлення про роботу автоматизованого процесу. Внутрішні частини деталей і елементів технологічного обладнання показують тільки в тому випадку, коли необхідно відобразити контакт з ним приладів і засобів автоматизації.

Зображені на схемі технологічні агрегати повинні бути максимально схожими з реальними об'єктами. Зображення обладнання на ФТС автоматизації повинно співпадати з його позначеннями на технологічній схемі.

Відповідно до ГОСТ 21.404-85 при розробці схеми автоматизації користуються умовними графічними та літерними зображеннями. Так, усі датчики та вторинні прилади показують на схемах колом діаметром 10 мм. Виконавчі механізми зображуються колом, діаметр якого 5 мм, регулюючі органи – двома трикутниками, що стикаються (табл. 1.4). Прилади, розміщені на щиті управління, відрізняються від тих, що встановлені безпосередньо на технологічному обладнанні горизонтальною лінією, що розміщена посередині графічного зображення.

Таблиця 1.4

Умовні графічні зображення на схемах автоматизації

Найменування	Позначення і розміри	
	Загальне	Допустиме
Первинний вимірювальний перетворювач (датчик), який встановлений на місці		
Прилад, який встановлений на щиті, пульті		
Виконавчий механізм		
Регулюючий орган		

Виконавчі механізми, які є важливими елементами системи автоматики, характеризуються різноманітністю, що має бути показана на схемі автоматизації (табл.1.5).

Умовні графічні позначення виконуються лініями товщиною 0,5–0,6 мм, а горизонтальна лінія всередині позначення і лінія зв'язку – товщиною 0,2–0,3мм.

Враховуючи те, що умовні графічні зображення приладів та засобів автоматизації надзвичайно прості та зручні в користуванні і не відображають функціонального призначення відповідних елементів систем автоматики, їх доповнюють умовними літерними позначеннями: великими літерами латинського алфавіту. Залежно від місця знаходження відповідної літери, вона несе різне змістове навантаження. У середині умовного графічного зображення їх проставляють у верхній частині по трьох позиціях: на першій – літера означає параметр, на який реагує відповідний прилад; на другій – уточнюється призначення першої літери; на третій – функціональні ознаки приладу (рис. 1.10). Значення кожної із літер латинського алфавіту наведене в табл. 1.6.

Таблиця 1.5

Особливості зображення виконавчих механізмів

Зображення виконавчого механізму	Особливості виконавчого механізму
	Закриває регулюючий орган у випадку припинення подачі енергії або сигналу управління
	Відкриває регулюючий орган у випадку припинення подачі енергії або сигналу управління
	Залишає регулюючий орган у незмінному стані у випадку припинення подачі енергії або сигналу управління
	З додатковим ручним приводом

При позначенні основної величини, що вимірюється, літери А, В, С, І, J, N, О, У, Е, Z є резервними і можуть бути використані у випадках, не передбачених стандартом. Для уточнення призначення першої літери використовуються літери D, F, J та Q, три з них допускається записувати малими d, f, q.

Функціональні ознаки приладів на схемах позначають літерами А, І, R, С, S, Н, L. Якщо один і той же прилад має кілька функціональних призначень, то літери, якими вони позначені, записуються в такій послідовності: IRCSA (показ – реєстрація, регулювання або управління – вмикання, вимикання, перемикавання – сигналізація). Треба пам'ятати, що в позначенні показують лише ті функціональні ознаки приладу, які використовуються в даній системі.

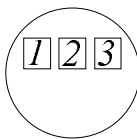


Рис. 1.10. Розміщення літер по позиціях: 1, 2, 3 – позиції

Приклади побудови умовних позначень окремих приладів і засобів автоматизації наведені у табл.1.7.

Літери Н, L проставляють за межами умовного графічного позначення (табл.1.7, поз. 1).

Для конкретизації вимірюваної величини праворуч від умовного графічного позначення показують назву або символ величини, що вимірюється (табл.1.7, поз. 2).

Літеру U можна використовувати для позначення вторинного приладу, що вимірює кілька різномірних величин. Детальне розшифровування величини, що вимірюється, повинно бути наведено біля приладу або на полі креслення (табл. 1.7, поз 3). Слід пам'ятати, що первинні перетворювачі такого комплексу потрібно показувати згідно з вимірюваною величиною.

Літеру Н використовують у позначенні засобів, які виконуються у вигляді окремих блоків, позначених для ручних операцій (літера Н має стояти на першому місці). Наприклад, літерою Н позначають кнопку дистанційного управління, HS – перемикач електричних ланцюгів (табл.1.7, поз. 4,5).

Резервні літери, що використовуються для позначення приладів на схемах автоматизації, повинні бути розшифровані безпосередньо на

самоmu кресленні. Не допускається в одній і тій же документації одну і ту ж резервну літеру використовувати для позначення різних величин. Літеру X можна використовувати одноразово в надзвичайних випадках.

Таблиця 1.6

Літерне позначення на схемах автоматизації (ГОСТ 21.404-85)

Позначення	Величина, що вимірюється		Функції, що виконуються приладом		
	основна ознака першої літери	додаткова ознака першої літери	відображення інформації	нормування вихідного сигналу	додаткове значення
1	2	3	4	5	6
<i>A</i>	—	—	Сигналізація	—	—
<i>B</i>	—	—	—	—	—
<i>C</i>	—	—	—	Регулювання, управління	—
<i>D</i>	Густина	Різниця, перепад	—	—	—
<i>E</i>	Будь-яка електрична величина	—	—	—	—
<i>F</i>	Витрата	Співвідношення, частина	—	—	—
<i>G</i>	Розмір, положення, переміщення	—	—	—	—
<i>H</i>	Ручна дія	—	—	—	Верхня межа вимірювальної величини
<i>I</i>	—	—	Показ	—	—
<i>J</i>	—	Автоматичне перемикавання, оббіг	—	—	—
<i>K</i>	Час, часова програма	—	—	—	Станція керування

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6
<i>L</i>	Рівень	—	—	—	Нижня межа вимірюван ої величини
<i>M</i>	Вологість	—	—	—	—
<i>N</i>	—	—	—	—	—
<i>O</i>	—	—	—	—	—
<i>P</i>	Тиск, вакуум	—	—	—	—
<i>Q</i>	Величина, яка характеризує якість, склад, концентрацію тощо	—	—	—	—
<i>R</i>	Радіоактив- ність	—	Реєстрація	—	—
<i>S</i>	Швидкість, частота	—	—	Вмикання, вимикання, перемикування	—
<i>T</i>	Температура	—	Дистанційна передача інформації	—	Дистан- ційна передача
<i>U</i>	Кілька різних величин, що вимірюються	—	—	—	—
<i>V</i>	В'язкість	—	—	—	—
<i>W</i>	Маса	—	—	—	—
<i>X</i>	Резервна літера, нерекомендо- вана для використання	—	—	—	—
<i>Y</i>	—	—	Перетво- рення	—	Пристрій
<i>Z</i>	—	—	—	—	—

Літеру S використовують для позначення контактного пристрою приладу, що використовується лише для вмикання, вимикання, блокування; її не слід використовувати для позначення функцій регулювання.

На схемах автоматизації складні прилади, що виконують ряд функцій, показують кількома колами, які примикають одне до одного.

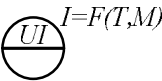
Часто функціональні ознаки приладів та засобів автоматизації можуть бути показані за допомогою літер E, T, K, Y. У цих випадках позначення всього приладу повинне складатися лише із двох літер. Перша з них означає параметр, на який реагує прилад, а друга – функціональну належність приладу (табл.1.7, поз. 6,16,17). Наприклад, TE означає, що на схемі зображений первинний перетворювач температури, PT – прилад, що реагує на зміну тиску з дистанційною передачею сигналу, TY – перетворювач температури.

Додаткові позначення приладів та засобів автоматизації проставляють і за межами умовних графічних позначень.(табл. 1.8). Ці позначення належать до перетворювачів сигналів та обчислювальних пристроїв, тобто до таких засобів автоматизації, функціональні особливості яких позначаються літерою Y (дволітерне позначення). Наприклад, позначення в таблиці 1.3.7., поз. 19, 20, 21 означають: 19 – перетворювач інформації про температуру з аналогового сигналу на дискретний, 20 – перетворювач інформації про вологість із сигналу електричного на пневматичний, 21 – прилад, що передає інформацію про тиск.

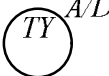
На схемах автоматизації позиційне позначення приладів та засобів автоматизації розміщують у нижній частині умовного графічного зображення. Воно складається з арабської цифри та малої літери українського алфавіту. Цифра в позиційному позначенні вказує на номер комплекту, а літера – місце даного приладу в комплекті обладнання. При цьому літери в алфавітному порядку надаються елементам кожного комплекту в послідовності руху інформації по контуру. Наприклад, з системах контролю – від первинного перетворювача до вторинного приладу; в системах керування – від місця отримання інформації до регулюючого органу (1-а, 1-б, 1-в...).

Таблиця 1.7

**Приклади побудови умовних позначень окремих
приладів і засобів автоматизації**

№ з/п	Характеристика приладу	Позначення
1	2	3
1	Прилад, який виконує функцію сигналізації верхньої та нижньої межі температури, встановлений на щиті	
2	Прилад для вимірювання струму (амперметр) встановлений на щиті	
3	Прилад для вимірювання температури та вологості	
4	Прилад ручного дистанційного управління, який встановлений на щиті (кнопковий пост, тумблер)	
5	Прилад керування, який призначений для вибору керування, встановлений на щиті (перемикач)	
6	Первинний перетворювач температури, встановлений по місцю (термопара, терморезистор)	
7	Прилад для виміру температури показуючий, встановлений на щиті	
8	Первинний перетворювач тиску, встановлений по місцю (манометр, вакуумметр)	
9	Прилад для виміру тиску показуючий з контактним пристроєм (манометр, реле тиску) встановлений по місцю	
10	Первинний перетворювач для виміру рівня верхнього, встановлений по місцю (ємнісний датчик, п'єзоелектричний)	

Продовження таблиці 1.7

1	2	3
11	Прилад, який спрацьовує від рівня, встановлений по місцю (реле рівня нижнього)	
12	Перетворювач сигналу, встановлений на щиті (вхідний сигнал електричний – вихідний пневматичний)	
13	Прилад для керування процесом по часовій програмі, встановлений на щиті (реле часу)	
14	Прилад для контролю загасання факелу в печі безканальний, з контактним пристроєм, встановлений на місці	
15	Прилад для вимірювання швидкості обертання приводу, з реєстрацією, встановлений на щиті	
10	Первинний перетворювач для виміру рівня верхнього, встановлений по місцю (ємнісний датчик, п'єзоелектричний)	
16	Прилад, що реагує на зміну тиску з дистанційною передачею сигналу	
17	Перетворювач сигналу, встановлений на щиті. Вхідний та вихідний сигнали електричні	
18	Пускова апаратура для керування електродвигуном (увімкнення, вимкнення, закривання засувки тощо)	
19	Перетворювач інформації про температуру з аналогового сигналу на дискретний	
20	Перетворювач інформації про вологість із сигналу електричного на пневматичний	

1	2	3
21	Перетворювач інформації про тиск з пневматичного сигналу на електричний	
22	Прилад для вимірювання вологості з реєструванням, встановлений на щиті	

Таблиця 1.8

Додаткові позначення для перетворювачів сигналів

Назва	Позначення
Рід сигналу: електричний	Е
пневматичний	Р
гідравлічний	С
Вид сигналу: аналоговий	A
дискретний	D

Схеми автоматизації можуть виконуватись як спрощено, так і розгорнуто. У першому випадку не показують первинних перетворювачів, а також усю допоміжну апаратуру. Прилади і засоби автоматизації, що виконують складні функції і виконані у вигляді окремих блоків, показують одним умовним графічним позначенням (рис. 1.11, а). Розгорнутий спосіб (рис. 1.11, б) використовують у тих випадках, коли необхідно конкретизувати функцію кожного приладу і засобу автоматизації, що входять до єдиного вимірювального, регулюючого або управляючого комплексу.

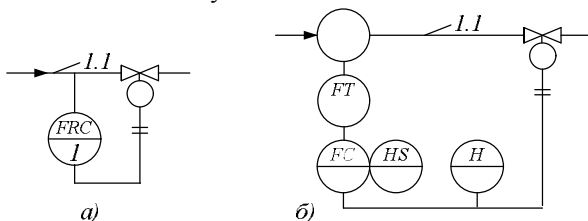


Рис.1.11. Спрощений (а) та розгорнутий (б) способи виконання схем автоматизації

Схеми автоматизації можуть виконуватись як з умовним зображенням щитів або пультіа управління (рис. 1.12, а), так і без них (рис. 1.12, б). У першому випадку побудова схем дещо ускладнена, але вони більш наочні, у другому – навпаки, спрощується підготовка схем, але наочність погіршується.

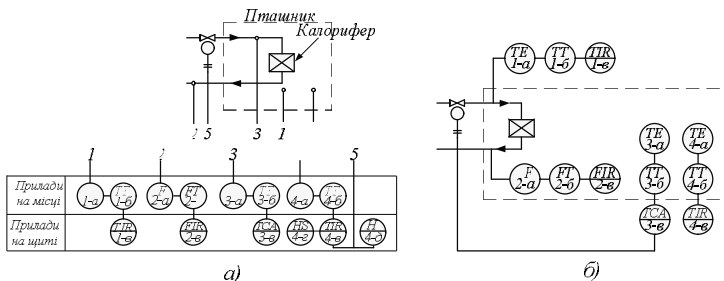


Рис. 1.12. Зображення схем автоматизації:

а – із зображенням щита керування; б – без зображення щита керування

Якщо схеми автоматизації складні, то лінії зв'язку допускається розривати. При цьому обидва кінці ліній у місцях розриву нумерують однією і тією ж арабською цифрою. Для нижнього ряду (рис. 1.12, а) номери повинні йти у порядку зростання зліва направо; для верхнього ряду подібна умова не є обов'язковою.

Зразок виконання функціонально-технологічної схеми показано на рисунку 1.13.

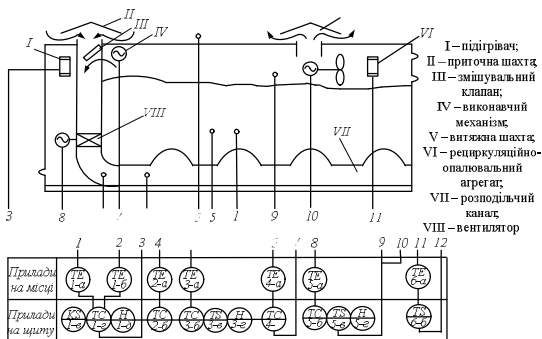


Рис. 1.13. Функціонально-технологічна схема автоматизації керування температурним режимом овочесховища

Питання для самоконтролю

1. Як зображують елементи функціональної схеми?
2. Що відображають на функціонально-технологічній схемі?
3. Де розміщують зображення приладів і засобів автоматизації на функціонально-технологічних схемах автоматизації?
4. Що показується в прямокутниках щитів функціонально-технологічних схем автоматизації?

ТЕСТИ

1. Для чого використовують структурні схеми?

- A. Щоб показати вхідні параметри та параметри, що викликають збурення.
- B. Щоб показати вхідні, вихідні параметри та параметри, що викликають збурення.
- C. Щоб показати вихідні параметри та параметри, що викликають збурення.

2. Як показують об'єкт автоматизації на структурній схемі?

- A. У вигляді кола, напрямок дії параметрів позначають стрілками.
- B. У вигляді прямокутника, напрямок дії параметрів позначають лініями.
- C. У вигляді прямокутника, напрямок дії параметрів позначають стрілками.

3. Як направляють напрямок дії керуючого сигналу на функціональній схемі?

- A. Відповідно до послідовності спрацювання елементів
- B. Відповідно до напрямку проходження сигналу.
- C. Відповідно до послідовності спрацювання елементів або пристроїв на установці.

4. Як зображують датчики та вторинні прилади на функціонально-технологічних схемах автоматизації?

- A. Колом діаметром 10 мм.
- B. Колом діаметром 10 мм з рискою посередині.
- C. Колом, діаметр якого 5 мм.

5. Як зображують виконавчі механізми на функціонально-технологічних схемах автоматизації?

- A. Колом, діаметр якого 5 мм
- B. Колом діаметром 10 мм з рискою посередині.
- C. Колом діаметром 10 мм

6. Як зображують прилади, розміщені на щиті управління на функціонально-технологічних схемах автоматизації?

- A. Колом діаметром 10 мм.
- B. Колом діаметром 10 мм з рискою посередині.
- C. Колом, діаметр якого 5 мм.

7. Що проставляють на нижній частині кола на функціонально-технологічних схемах автоматизації?

- A. Літерне позначення вимірювальної величини.
- B. Літерне позначення вимірювальної величини і функції.
- C. Позиційне позначення.

8. З чого складаються позиційні позначення на функціонально-технологічних схемах автоматизації?

- A. Порядкового номера об'єкта або комплекту і малої літери.
- B. Порядкового номера об'єкта.
- C. Малої літери.

При позначенні основної величини, що вимірюється, літери A, B, C, I, J, N, O, Y, E, Z є резервними і можуть бути використані у випадках, не передбачених стандартом. Для уточнення призначення першої літери використовується літери D, F, J та Q, три з них допускається записувати малими d, f, q.

1.3.4. Принципові та монтажні схеми

Принципові електричні схеми – це проектний документ, розроблений на основі схем автоматизації, який визначає повний склад електричних елементів та зв'язків між ними, а також дає детальне уявлення про принципи роботи схеми.

Приклади умовних графічних зображень елементів електричних принципових схем подані в таблиці 1.9.

При виконанні принципових електричних схем керуються в першу чергу такими нормативними документами: ГОСТ 2.701-84 “Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению”; ГОСТ 2.702-75

“Правила выполнения электрических схем”; ГОСТ 2. 708-81 “Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники”.

У загальному випадку принципів електричних схеми складаються з умовних зображень елементів і зв'язків між ними; пояснюючих написів; окремих елементів даної схеми, що використовуються в інших схемах, а також елементів із інших схем; діаграми перемикачів контактів багатопозиційних пристроїв; переліку пристроїв, засобів автоматизації та апаратури, що використовуються в даній схемі; переліку креслень, що належать до даної схеми, загальних пояснень та примітки.

Для доповнення умовного графічного позначення елементів на принципових електричних схемах за ГОСТ 2.710-81 застосовують літерно-цифрові позначення (табл. 1.10 і 1.11). Їх називають позиційними.

Позиційне позначення згідно з ГОСТ 2. 710-81 складаються із трьох частин. У першій частині записують одну або дві літери латинського алфавіту (вид елемента), у другій – одну або кілька цифр (номер), у третій – одну або кілька латинських літер (функція елемента). Слід пам'ятати, що вид та номер елемента – обов'язкова частина умовного позначення. Показувати функцію елемента необов'язково.

Наприклад, конденсатор, що використовується як інтегруючий, на принциповій електричній схемі позначається С4І (4 – його порядковий номер), а цифрова мікросхема, що виконує функцію запам'ятовування – DD7S (7 – її порядковий номер) і т.д.

При виконанні принципових електричних схем рекомендується дотримуватись певних правил. Аркуш із схемами заповнюють так: у лівій частині розміщують основну схему, потім графічний матеріал, що пояснює дію схеми (циклограми, діаграми замикачів контактів і т. д.), а в правій частині – текстовий матеріал.

Принципові схеми виконують рядковим методом. При цьому графічні позначення елементів або їх складові частини, що входять в один ланцюг, зображують послідовно один за іншим по прямій, а окремі ланцюги – поряд, створюючи паралельні (горизонтальні або вертикальні) рядки.

Усі апарати (реле, контакти, кнопки та ключі управління, автоматичні вимикачі, перемикачі ланцюгів тощо) на електричних схемах необхідно зображувати у вимкненому положенні, тобто при відсутності напруги у всіх ланцюгах схеми та зовнішніх механічних діях на апарати.

Таблиця 1.9

Графічні позначення на принципових електричних схемах

Елемент	Умове графічне позначення	Елемент	Умове графічне позначення
Обмотка трансформатора, дроселя		Діодний оптрон	
Плавкий запобіжник		Замикаючий контакт	
Постійний резистор		Котушка електромагнітного пристрою	
Змінний резистор		Перемикач із складною комутацією	
Конденсатор постійної ємності		Інвертор	
Діод		Логічний елемент 2 "Або – ні"	
Стабілітрон		Логічний елемент "І"	
Світлодіод		Підсилювач	
Біполярний транзистор		Тригер	
Тиристор			

Контакти реле, контакторів, кнопкових перемикачів показують таким чином, щоб сила, необхідна для спрацювання, діяла на рухомий контакт зверху вниз при горизонтальному зображенні ланцюгів схеми та зліва направо – при вертикальному.

Для позиційного позначення елементів рекомендується застосовувати дволітерні коди (табл. 1.11). Але залежно від конкретного змісту схеми елемент будь-якого виду може бути позначений і однією літерою – загальним кодом виду елемента. Наприклад, якщо в схемі є магнітний пускач і відсутні інші реле, то цей пускач можна позначити літерою К, хоч він має дволітерний код КМ.

Таблиця 1.10

Літерні коди для показу функціонального призначення елементів

Літерний код	Функціональне призначення	Літерний код	Функціональне призначення
А	Допоміжний	Р	Пропорційний
В	Напрямок руху	Q	Стан (стоп, старт, обмеження)
С	Зчитуючий		
D	Дифереціюючий	R	Поворот, скидання
F	Захисний	S	Запам'ятовування, запис
G	Випробовуючий	T	Синхронізація, затримка
H	Сигнальний	V	Швидкість, прискорення
I	Інтегруючий	W	Додавання
K	Штовхаючий	X	Перемноження
M	Головний	Y	Аналоговий
N	Вимірювальний	Z	Цифровий

Позиційне позначення на схемі проставляють біля умовного графічного зображення елементів (пристроїв) з правого боку або над ними.

Щоб полегшити сприйняття принципів електричних схем їх іноді розбивають на функціональні ділянки і збоку (справа) роблять надписи, що пояснюють функціональне призначення ланцюга, або вказують, до якої схеми технологічного обладнання належить цей ланцюг.

Лінії зв'язку між елементами повинні складатись із горизонтальних та вертикальних відрізків і мати найменше число зломів та перетинів. У деяких випадках допускається застосовувати нахилені лінії зв'язку, довжину яких необхідно обмежувати.

Таблиця 1.11

Літерні коди найпоширеніших видів елементів

Одно-літерний	Група видів елементів	Приклади видів елементів	Дво-літерний код
1	2	3	4
A	Пристрій (загальне позн.)	– Гучномовець	– BA
B	Перетворювачі неелектричних величин на електричні або навпаки (крім генераторів та джерел живлення); аналогові або багаторозрядні перетворювачі або датчики, що використовуються для показу або вимірювання	Магнітострокційний елемент Детектор іонізуючого випромінювання Сельсин-приймач Сельсин-датчик Телефон Термопара, тепловий датчик Фотоелемент Мікрофон Датчик тиску П'єзоелемент Датчик швидкості Звукознімач Датчик частоти обертання	BB BD BE BG BF BK BL BM BP BQ BV BS BR
C	Конденсатори	–	–
D	Логічні елементи, мікросхеми	Пристрої зберігання інформації Пристрої затримки Інтегральна аналогова мікросхема Інтегральна цифрова мікросхема	DS DT DA DD
E	Елементи різні (освітлювальні, нагрівальні)	Нагрівальний елемент Освітлювальна лампа Піропатрон	EK EL ET
F	Розрядники, запобіжники, пристрої захисту	Елементи захисту від перенапруги Елементи захисту від струму миттєвої дії Плавкий запобіжник Розрядний елемент	FV FP FU FR
G	Генератори, джерела живлення, кварцеві осцилятори	Батарея	GB
H	Індикатори та сигнальні елементи	Прилад звукової сигналізації Символьний індикатор Прилад світлової сигналізації	HA HG HL

Продовження таблиці 1.11

1	2	3	4
K	Реле, контактори, пускачі	Вказівне реле Струмове реле Електротеплове реле Контактор, магнітний пускач Поляризоване реле Реле часу Реле напруги	KN KA KK KM KP KT KV
L	Котушки індуктивності, дроселі	Дросель люмінесцентного освітлення	LL
M	Двигуни постійного та змінного струму	—	—
P	Прилади, вимірювальне обладнання (поєднання РЕ недопустиме)	Амперметр Лічильник імпульсів Частотомір Лічильник активної енергії Лічильник реактивної енергії Омметр Інструмент, що записує Годинник, вимірювач часу Вольтметр Ватметр	PA PC PF PI PK PR PS PT PV PW
Q	Вимикачі та роз'єднувачі в силових ланцюгах	Автоматичний вимикач Короткозамикач Роз'єднувач	QF QK QS
R	Резистори	Терморезистор Потенціометр Шунт для вимірювання Варистор	RK RP RS RU
S	Комутаційні пристрої в ланцюгах управління сигналізації, вимірювання	Вимикач або перемикач Кнопковий вимикач Автоматичний вимикач Вимикач, що спрацьовує від різних дій: рівня тиску положення (шляховий) кутової швидкості температури	SA SB SF SL SP SQ SK

Продовження таблиці 1.11

1	2	3	4
T	Трансформатори, автотрансформатори	Трансформатор струму Трансформатор напруги	TA TV
U	Пристрої зв'язку та перетворювачі електричних величин на електричні	Модулятор Демодулятор Дискримінатор Частотний перетворювач, інвертор, випрямляч	UB UR UI UZ
V	Електровакуумні, напівпровідникові прилади Лінії та елементи ЗВЧ	Діод, стабілітрон Електровакуумний прилад Транзистор Антиени	VD VL VT
W	Контактні з'єднання	Струмознімач, ковзаючий контакт	WA XA
X		Роз'ємне з'єднання: штир гніздо гніздо для досліджень	XP XS XG
Y	Механічні пристрої з електромагнітним приводом	Електромагніт Гальмо з електромагнітним приводом Муфта з електромагнітним приводом Електромагнітний патрон або плита	YA YB YC YH

На принципових електричних схемах лінії зв'язку потрібно показувати повністю, але якщо це утруднює читання схем, тоді допускається їх обривати. У таких випадках обриви слід закінчувати стрілками, біля яких показують місце підключення та характеристику ланцюгів (полярність, потенціал). Лінії зв'язку, що переходять з одного аркуша на інший, необхідно обривати за межами зображення схеми.

Товщина ліній зв'язку допускається 0,2–1,0 мм, а рекомендується – 0,3–0,4 мм. На одній схемі бажано використовувати не більше трьох різних за товщиною розмірів ліній зв'язку.

На принципових електричних схемах графічні умовні зображення елементів можуть бути виконані двома способами: суміщеним та рознесеним (рис.1.14).

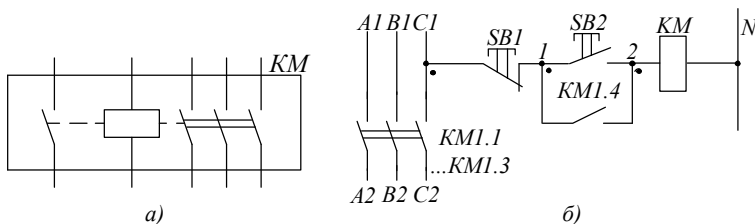


Рис.1.14. Способи зображення умовних графічних зображень елементів на електричних схемах:
а) – суміщений; б) – рознесений

При використанні суміщеного способу частини кожного приладу, засобу автоматизації або електричного апарату розміщують у безпосередній близькості один від одного та окреслюють їх прямокутником, квадратом або колом. Недолік цього способу – недостатня наочність.

При використанні рознесеного способу складові частини приладів, апаратів, засобів автоматизації розміщують у різних місцях схеми, але таким чином, щоб окремі ланцюги були зображені найбільш наочно. Належність елементів до одного і того ж пристрою встановлюють за позиційним позначенням.

Система позначення і правила нанесення позначення кіл (силових, керування, захисту, сигналізації, автоматики, виміру) в електричних схемах виробів усіх галузей промисловості й енергетичних споруд встановлена стандартом ГОСТ 2.709-83 “Система обозначения цепей в электрических схемах”.

У силових колах змінного струму використовують позначення L1, L2, L3 і N та послідовні числа (рис. 1.15 та рис. 1.16). Наприклад:

- ділянки кіл першої фази L1 – L1.1, L1.2, L1.3 і т.д.;
- ділянки кіл другої фази L2 – L2.1, L2.2, L2.3 і т.д.;
- ділянки кіл третьої фази L3 – L3.1, L3.2, L3.3 і т.д.

Допускається, якщо це не викличе помилкового підключення, позначати фази відповідно літерами А, В, С.

Силові кола постійного струму позначають:

а) ділянки кіл позитивної полярності – непарними числами;

б) ділянки кіл негативної полярності – парними числами

в) вхідні та вихідні ділянки ланцюгів – з показом полярності “+” та “–”, а середній провідник – літерою N та M.

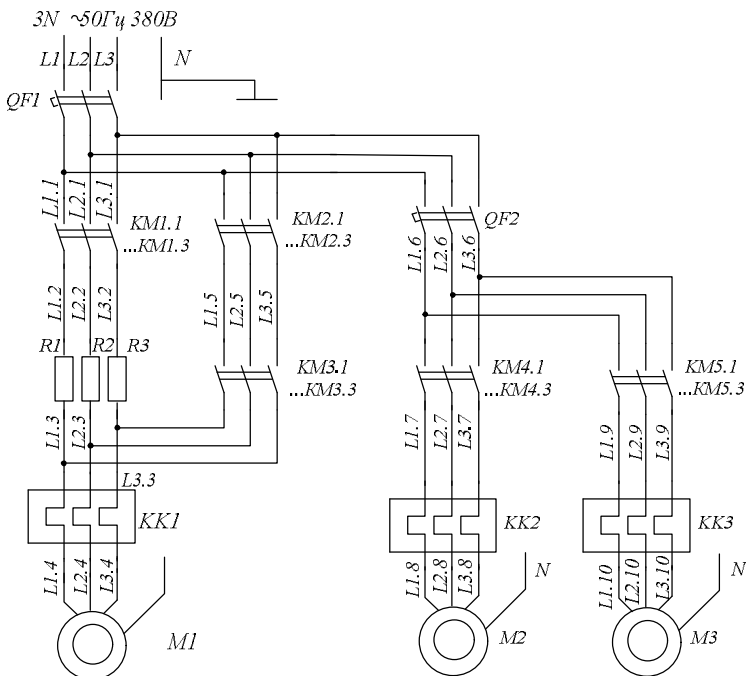


Рис.1.15. Позначення кіл змінного струму літерами і послідовними числами

Позначення ділянок кола служить для їх розпізнавання і може вказувати їх функціональне призначення в електричній схемі (рис. 1.16).

Ділянки кола, розділені контактами апаратів, обмотками реле, приладів, машин, резисторами й іншими елементами, повинні мати різне позначення.

Ділянки кола, що проходять через рознімні, розбірні чи нерозбірні контактні з'єднання, повинні мати однакове позначення.

Допускається для розпізнавання ділянок кола додавати до позначення послідовні числа або позначення пристроїв (агрегатів), відокремлюючи їх знаком дефіс.

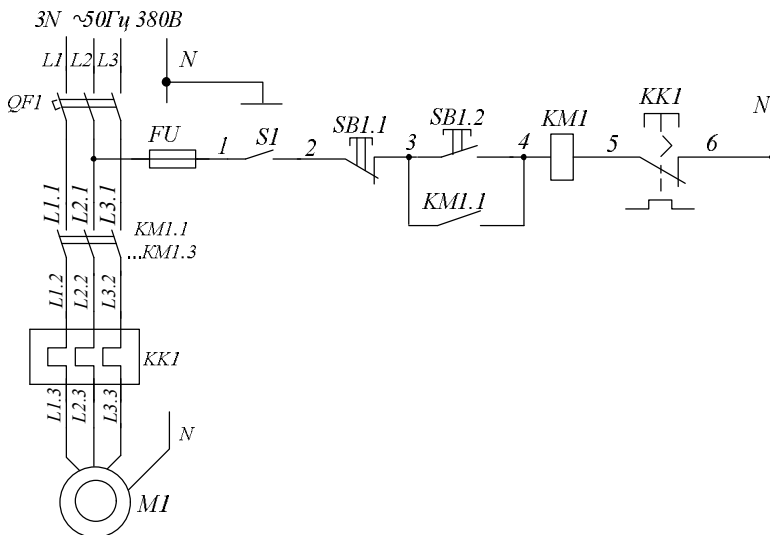


Рис. 1.16. Позначення кіл з урахуванням їх функціонального призначення

Ділянкам ланцюга, що проходять через різні контактні з'єднання, допускається присвоювати різне позначення.

Кола в схемах позначають незалежно від нумерації вхідних і вихідних елементів (затискачів) машин, апаратів, приладів.

Послідовність позначення повинна бути від вводу джерела живлення до споживача, а ділянки кола, що розгалужуються, позначають зверху донизу у напрямку зліва направо.

При позначенні кіл допускається залишати резервні номери або пропускати номери для забезпечення зручності користування схемою.

При позначенні застосовують арабські цифри і великі літери латинського алфавіту.

Цифри і літери, що входять у позначення, слід виконувати одним розміром шрифту.

Для комутації електричних ланцюгів часто використовують багатопозиційні апарати (ключі, перемикачі, програмні пристрої). У цьому випадку на схемі необхідно розмістити діаграми та таблиці перемикання їх контактів. У таблицях наводять відомості, що відображають тип апарата, вид рукоятки, номер контактів і режим роботи.

Дані про елементи схем, що зображуються на кресленнях принципів електричних схем, повинні бути занесені до переліку елементів, які оформляють у вигляді таблиці.

Схеми з'єднань – це схеми, на яких зображують з'єднання складових частин установки або виробу, що автоматизуються, а також проводи, кабелі або трубопроводи. Указані схеми розробляються на основі схем автоматизації, принципів схем живлення, а також загальних виглядів щитів і пультів.

Схемами з'єднань користуються при виконанні монтажних та налагоджувальних робіт на об'єкті, а також у процесі його експлуатації.

Загальні правила виконання схем з'єднань такі:

- розробляють на один щит, пульт, станцію управління;
- усі типи апаратів, приладів та арматури, передбачені принциповою електричною схемою, повинні бути повністю відображені на схемі з'єднань;

- позиційне позначення приладів та засобів автоматизації, а також маркування ділянок ланцюгів, що прийняті на принципових схемах, необхідно зберегти на схемі з'єднань.

Застосовують три способи виконання схем з'єднань: адресний, графічний і табличний.

Для перших двох, крім перерахованих правил, слід дотримуватись ще наступних:

- щит або шафу управління розвертають в одній площині, позначаючи лише ті їх конструктивні елементи, на яких розміщуються прилади та засоби автоматизації; при цьому зберігають взаємне розміщення приладів та засобів автоматизації;

- прилади та засоби автоматизації зображують спрощено без збереження масштабу у вигляді прямокутників, над якими розташовують коло, розділене горизонтальною рисою навпіл. Цифри над рисою вказують порядковий номер виробу (номери присвоюються попанельно зліва направо і зверху вниз), а під рисою – позиційне позначення цього виробу (відповідно до принципової електричної схеми);

- при потребі показують внутрішню схему апаратів;
- для кількох реле, розміщених в одному ряду, внутрішню схему показують лише один раз (якщо вона у них одна й та ж сама);

- вивідні затискачі приладів умовно зображують колами, у середині яких показують їх заводське маркування; якщо у вивідних затискачів апаратів заводського маркування немає, їх маркують

умовно арабськими цифрами, що обумовлюють у пояснюючих написах; маркування проводів і позначення затискачів на схемах з'єднань незалежні;

- платам, на яких розміщуються резистори, конденсатори та інші елементи, присвоюється лише порядковий номер (проставляється в колі над рискою); позиційне позначення елементів розміщують безпосередньо біля їх умовного графічного позначення.

Фрагмент електричної схеми з'єднань, виконаної адресним способом, зображений на рис.1.17.

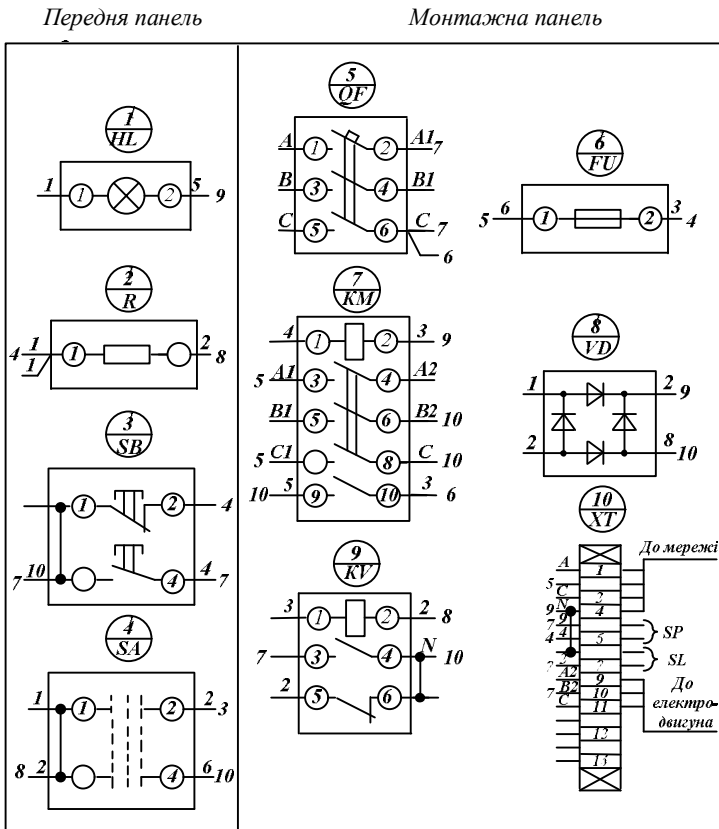


Рис. 1.17. Фрагмент електричної схеми з'єднань, виконаної адресним способом

Адресний спосіб найбільш поширений і полягає в тому, що лінії зв'язку між окремими елементами апаратів, що встановлюються на щиті або пульті, не показують. Замість цього у місці приєднання провoda на кожному апараті або елементі проставляють цифрову або літерно-цифрову адресу того апарата чи елемента, з яким він повинен з'єднаний електрично (позиційне позначення відповідно до принципової схеми або порядкового номера елемента). Це не загромождає креслення лініями зв'язку і дозволяє його легко читати.

Графічний спосіб (рис. 1.18) полягає в тому, що на кресленні умовними лініями показують усі з'єднання між елементами апаратів. Цей спосіб застосовують лише для щитів і пультів, відносно мало наповнених апаратурою. Схеми трубних проводок виконують лише графічним способом. Якщо в одному щиті, пульті прокладають труби із різного матеріалу (сталеві, мідні, пластмасові), то й умовні позначення при цьому використовують різні (суцільні лінії, штрихові, штрихові з двома крапками та ін.).

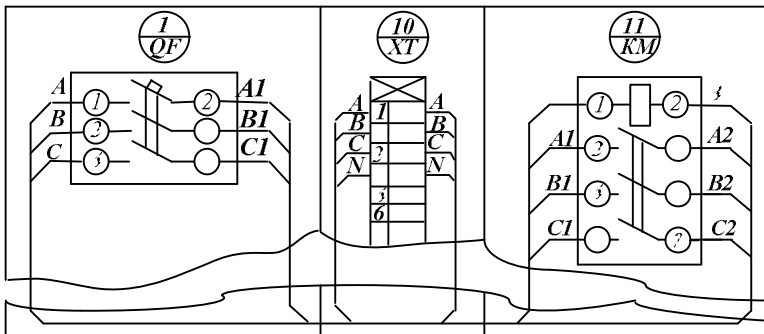


Рис. 1.18. Фрагмент електричної схеми з'єднань, виконаної графічним способом

Табличний спосіб застосовують у двох варіантах. Для першого складають монтажну таблицю, де зазначають номери кожного електричного ланцюга, у свою чергу, для кожного ланцюга послідовно перелічують умовні літерно-цифрові позначення приладів, апаратів та їх контактів, до яких ці ланцюги під'єднані (табл. 1.12).

Таблиця 1.12

Фрагмент таблиці з'єднань

Номер ланцюга	З'єднання
7	<i>KM1/6-KM2/4-KT4/3</i>
8	<i>KM4/2-XT1/293</i>

Так, для ланцюга 7 запис означає, що затискач 6 магнітного пускача *KM1* з'єднується із затискачем 4 магнітного затискача *KM2*, який в свою чергу повинен бути з'єднаним із затискачем 3 реле часу *KT4*.

Другий варіант відрізняється від першого тим, що у таблицю вписують по зростанню номери маркування ланцюгів принципових електричних схем (табл. 1.13).

Таблиця 1.3.13

Таблиця з'єднання проводок

Провідник	Звідки йде	Куди підключається	Дані проводу	Примітка
1	ХТЗ/1	ХТЗ/2	ПВ1 × 0,75	П

Напрямок прокладання проводів, як і для першого варіанта, записують у вигляді дробу. У примітці для більш чіткого розпізнавання проводів прийнято використовувати додаткове позначення. Наприклад, перемичку позначають літерою “П” (табл. 1.13).

Схеми підключень показують зовнішнє підключення апаратів, установок, щитів, пультів тощо. Їх виконують на основі схем автоматизації, принципових електричних, принципових живлення, специфікацій приладів і обладнання, а також креслень виробничих приміщень із розміщенням технологічного обладнання та трубопроводів. Схеми підключень використовують при монтажі проводок, за допомогою яких установку, прилад, апарат підключають до джерела живлення, щита, пульта та ін.

Практично використовують два варіанти побудови схем підключень: графічний та табличний. Найбільш поширений графічний, при якому умовними графічними позначеннями показують: відбірні пристрої та первинні перетворювачі; щити, пульти та локальні пункти управління, контролю, сигналізації та вимірювання; позащитові прилади й засоби автоматизації; з'єднувальні та протяжні коробки, вільні коробки кінців термопар; електропроводки та кабелі, що

прокладаються поза щитами; вузли приєднання електропроводок до приладів, апаратів, коробок; запірну апаратуру, елементи для з'єднання та відгалуження; комутаційні затискачі, розміщені поза щитами; захисне заземлення.

Шафи, пульти, окремі прилади та апарати зображують у вигляді прямокутників або кола, усередині яких розміщують відповідні надписи.

Зв'язки одного призначення на схемах підключення показують суцільною лінією і лише в місцях під'єднання до приладів, виконавчих механізмів та інших апаратів провода розділяють, щоб привести їх маркування.

На лініях зв'язку, що означають провода або кабелі, вказують номер проводки, марку, переріз та довжину проводів і кабелів (якщо проводка виконана в трубі, то необхідно також навести характеристику труби). Проводи, джгути та кабелі показують лініями товщиною 0,4–1,0 мм.

Схеми підключень виконують без збереження масштабу у вигляді, зручному для користування.

На рис.1.19 зображений фрагмент схеми підключень (графічний спосіб).

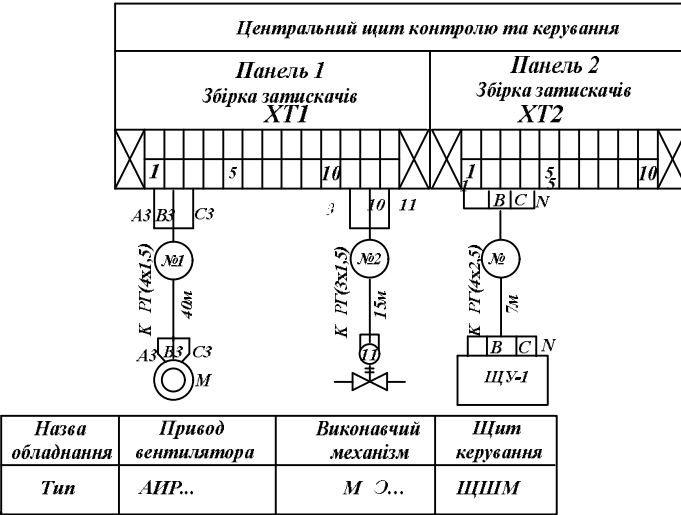


Рис.1.19. Фрагмент схеми підключень

Іноді схеми підключень показують у вигляді таблиць, які виконують окремо на кожну секцію (або панель) щита управління (табл. 1.14).

Таблиця 1.14

Кабелі, проводки		Напрямок проводок								
		Звідки					Куди			
Номер	Марка	Позиція	Тип приладу	Зборка затискача	Номер затискача	Номер жили	Номер затискача	Зборка затискача	Позиція	Тип приладу
4	КВРГ 4 × 1,5	М2	АИР	ХТ1	1	138	1	ХТ2	А2	СК-32
					2	140	2			
					3	142	3			

Схеми розташування. На схемі розташування зображують складові частини виробу, а за необхідності – зв'язки між ними, конструкцію, приміщення чи місцевість, на яких ці складові частини будуть розташовані.

Складові частини виробу зображують у вигляді зовнішніх обрисів чи умовних графічних позначень.

Проводи, групу проводів, джгути і кабелі зображують у вигляді окремих ліній чи зовнішніх обрисів.

Розташування графічних позначень, складових частин виробу на схемі має забезпечувати правильне уявлення про їх дійсне розміщення в конструкції, приміщенні, на місцевості.

При виконанні схема розташувань допускається застосовувати різноманітні способи побудови (аксонометрія, план, умовна розгортка, розріз конструкції тощо).

На схемі розташування мають бути вказані:

- для кожного пристрою чи елемента, зображених у вигляді зовнішнього обрису, їх найменування і тип або позначення документу, на основі якого вони застосовані;
- для кожного елемента, зображеного у вигляді умовного графічного зображення, – його тип і позначення документа.

За великої кількості пристроїв та елементів рекомендується записувати ці відомості до переліку елементів (як для принципової схеми).

В такому випадку біля графічних пристроїв та елементів проставляють позиційні зображення.

Питання для самоконтролю

1. З чого складаються принципові електричні схеми?
2. Для чого використовують позиційні позначення на принципових електричних схемах?
3. Як здійснюється рядковий метод виконання принципових схем?
4. У якому положенні зображувати реле, контакти, кнопки та ключі управління, автоматичні вимикачі, перемикачі ланцюгів на електричних схемах?
5. Як виконуються графічні умовні зображення елементів на принципових електричних схемах суміщеним способом?
6. Які позначення використовують у силових колах змінного струму на принципових електричних схемах?
7. Які загальні правила виконання схем з'єднань?
8. Які загальні правила виконання схем з'єднань при адресному і графічному способі виконання?
9. В чому полягає графічний спосіб виконання схеми підключень?
10. Що має бути вказано на схемі розташувань?

ТЕСТИ

1. З чого складаються позиційні позначення на принципових електричних схемах?

А. У першій частині одна або дві літери латинського алфавіту (вид елемента), у другій – одна або кілька цифр (номер), у третій – одна або кілька латинських літер (функція елемента)

В. У першій частині одна літера латинського алфавіту (вид елемента), у другій – одна або кілька цифр (номер).

С. У першій частині одна літера латинського алфавіту (вид елемента), у другій – одна цифра (номер), у третій – одна латинська літера (функція елемента).

2. Як рекомендується розміщувати на аркуші принципові електричні схеми?

А. У лівій частині розміщують основну схему, а в правій частині графічний матеріал, що пояснює дію схеми.

В. У лівій частині розміщують основну схему, потім графічний матеріал, що пояснює дію схеми, а в правій частині – текстовий матеріал.

С. У правій частині розміщують основну схему, потім графічний матеріал, що пояснює дію схеми, а в лівій частині – текстовий матеріал.

3. Де проставляють позиційне позначення на принципових схемах?

А. Біля умовного графічного зображення елементів (пристроїв) з правого боку або над ними.

В. Біля умовного графічного зображення елементів (пристроїв) з лівого боку.

С. Біля умовного графічного зображення елементів (пристроїв) з лівого боку або над ними.

4. Для чого служать позначення ділянок кола на принципових електричних схемах?

А. Для їх розпізнавання.

В. Для їх розпізнавання і може відображати їх функціональне призначення в електричній схемі.

С. Для розпізнавання функціонального призначення в електричній схемі.

5. Яке позначення повинні мати ділянки кола, розділені контактами апаратів, обмотками реле, приладів, машин, резисторами й іншими елементами на принципових електричних схемах?

А. Однакове.

В. Будь-яке.

С. Різне.

6. Якої послідовності позначення кіл необхідно дотримуватись на принципових електричних схемах?

А. Від вводу джерела живлення до споживача, а ділянки кола, що розгалуджуються, позначають зверху донизу у напрямку зліва направо.

В. Від вводу джерела живлення до споживача.

С. Від вводу джерела живлення до споживача, а ділянки кола, що розгалуджуються, позначають зверху донизу у напрямку справа наліво.

7. Для чого використовують схеми з'єднань?

А. Використовують при виконанні монтажних та налагоджувальних робіт на об'єкті.

В. Використовують в процесі експлуатації.

С. Використовують при виконанні монтажних та налагоджувальних робіт на об'єкті, а також у процесі його експлуатації.

8. Які застосовують способи виконання схем з'єднань?

А. Адресний, графічний

В. Адресний, табличний.

С. Адресний, графічний і табличний.

9. Для чого використовують схеми підключень?

А. Для монтажу проводок, за допомогою яких установку, прилад, апарат підключають до джерела живлення, щита, пульта.

В. Для монтажу проводок.

С. Для підключення до джерела живлення.

10. Яку інформацію вказують про проводи або кабелі на схемі підключення?

А. Вказують номер проводки, спосіб прокладки.

В. Вказують номер проводки, марку, переріз та довжину проводів і кабелів, спосіб прокладки.

С. Вказують номер проводки, марку, переріз та довжину проводів.

1.4. ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.4.1. Вибір елементів систем автоматизації

Всі апарати, що використовуються в схемах автоматизованого і автоматичного керування електроустановками, поділяють на: захисні, командні, проміжні, виконавчі, сигнальні. Вибирають апарати за призначенням, напругою, величиною струму, кліматичним виконанням, умовами захисту оточуючого середовища та іншими показниками. При виборі елементів потрібно враховувати режими роботи робочих машин та механізмів, вимоги до техніки безпеки, протипожежні правила.

Командні апарати розраховані для створення первинних імпульсів (команд) на вмикання, вимикання та зміну режиму роботи електроустановки. До них належать шляхові та кінцеві вимикачі, поплавкові, манометричні, температурні та інші реле, контактні термометри тощо.

Шляхові та кінцеві вимикачі призначені для замикання і розмикання кіл керування за допомогою упорів (кулачків) в автоматизованих установках, де потрібна подача командних імпульсів при певному положенні механізму. Вони можуть мати контакти миттєвої та немиттєвої дії. Шляхові та кінцеві вимикачі з контактами немиттєвої дії можна застосовувати в тих випадках, коли машина рухається зі швидкістю 0,4 м/хв, при швидкостях, менших за 0,4 м/хв, потрібно застосовувати кінцеві і шляхові вимикачі з миттєвим розмиканням контактів.

Командні апарати вибирають за напругою, струмом, кількістю і видом контактів, виконанням захисту від навколишнього середовища.

Проміжні апарати здійснюють передачу та підсилення первинних імпульсів, а також забезпечують певну послідовність виконання технологічних операцій. До проміжних апаратів можна віднести реле напруги різних типів, реле часу тощо. Промисловість випускає проміжні реле різних серій РП, ПЕ, МКУ та ін. Вони різняться напругою котушки, кількістю і видом (замикаючий, розмикаючий) контактів та розривною потужністю контактів або струмом, які можуть комутувати контакти. Із всіх можливих типів реле потрібно вибирати те, яке споживає найменшу потужність.

Реле часу створює витримку часу між моментом подачі командного імпульсу на замикання або розмикання кола керування та моментом здійснення цих операцій. Деякі реле часу (програмні реле)

мають багатоконтактну систему і керують рядом процесів у наперед заданій послідовності. За принципом дії сповільнюючого органу реле часу поділяють на механічні (маятникові), електромеханічні, моторні, електромагнітні, електропневматичні, електронні та ін. Реле часу вибирають за витримкою часу (витримка часу визначається ходом технологічного процесу), за напругою живлення, розривною потужністю контактів, кількістю програм тощо.

Первинні перетворювачі (датчики тиску, вологості, температури, рівня) вибирають залежно від параметрів контрольованої величини, при цьому необхідно враховувати похибку, межі вимірюваної величини. Датчик вибирають так, щоб величина, яку він вимірює, знаходилась в межах $1/3$ – $2/3$ діапазону його шкали.

Струм, який може комутувати датчик, повинен бути більшим робочого струму $I_{н.а.} \geq I_p$.

Виконавчі апарати призначені для виконання відповідних робочих функцій системи неавтоматизованого, автоматизованого та автоматичного керування. До виконавчих апаратів автоматизованого і автоматичного керування відносять електромагнітні пускачі, контактори, різноманітні реле тиску, температури, швидкості, електромагнітні клапани, виконавчі механізми з електродвигунним приводом, який може бути однообертовим і багатообертовим. До однообертових відносяться механізми типу МЕОБ, МЕСК, ДР-М, ДР-ІМ, ІМ-2/120, ІМТМ-4/25, до багатообертових – механізми типу МЕМ, двигуни постійного струму типу МІ, СЛ, ДПМ. Особливістю однообертових виконавчих механізмів є те, що їх вихідний вал обертається з постійною швидкістю на кут, не більший ніж 360° . Необхідний кут повороту встановлюється за допомогою кінцевих вимикачів. Виконавчі механізми з електродвигунним приводом вибирають залежно від значень моменту, необхідного для приводу заслінок.

Момент обертання заслінки визначають за формулою

$$M_2 = \frac{K}{M_p + M_t},$$

де $K = (2...3)$ – коефіцієнт, що враховує затяжку сальників і забрудненість трубопроводу;

M_p – реактивний момент, обумовлений намаганням потоку речовини закрити заслінку;

M_t – момент тертя в опорах.

Реактивний момент визначають за формулою

$$M_T = 0,07P_{p.o.} \times D_y^3,$$

де $P_{p.o.}$ – перепад тиску на заслінці (рекомендується приймати рівним надлишковому тиску перед заслінкою);

D_y – діаметр заслінки.

Момент тертя в опорах

$$M_T = 0,785 D_y \times P_n \times \Gamma_{ш} \times X,$$

де P_n – надлишковий тиск перед заслінкою;

$\Gamma_{ш}$ – радіус шийки валу заслінки ;

X – коефіцієнт тертя в опорах ($X = 0,15$).

Момент обертання на валу виконавчого механізму повинен бути не меншим моменту, необхідного для приводу заслінки:

$$M_d \geq M_3.$$

Сигнальні апарати призначені для інформації про хід технологічного процесу і стан керованого об'єкта, а також для передавання командних сигналів обслуговуючому персоналу. Для цього застосовуються електричні звукові і світлові сигнальні апарати.

До звукових сигнальних апаратів належать дзвінки, сирени, ревуни.

Деякі типи сигнальних звукових апаратів наведено в таблиці 1.15.

Таблиця 1.15

Технічна характеристика звукових сигнальних апаратів

Звукові апарати	Тип	Номінальна напруга (В)
Дзвінки змінного струму	ЗВП-24	24
	ЗВП-127	127
	ЗВП-220	220
Дзвінки гучного бою	МЗ-1	127
	МЗ-1 Т-Н	220
Ревуни	РВ-24	24
	РВ-220	220
Сирени	СС-1	220

До світлових апаратів сигналізації належать сигнальні лампи. Промисловість випускає арматуру для сигнальних ламп різних типів: АЕР – з лампами розжарювання потужністю 10 Вт і АСЛ – з люмінесцентними лампами. В арматуру вмонтовано баластні опори.

Сукупність сигнальних, релейних і комутаційних апаратів утворює систему сигналізації. Залежно від призначення системи сигналізації вони бувають: інформаційні, попереджувальні, аварійні.

Сигналізація положення інформує обслуговуючий персонал про стан і положення електричних апаратів, машин і кіл, наприклад, електродвигун ввімкнено, справний чи несправний тощо.

Сигнальні апарати вибирають за напругою, кольором лінз. Для сигналізації положення застосовують, білі, жовті, зелені лінзи. Для аварійної сигналізації – червоні.

1.4.2. Вибір щитів і пультів керування

Щити і пульти системи автоматизації виконують роль постів контролю, керування і сигналізації. Вони призначені для розміщення засобів контролю і керування технологічним процесом. Щити систем автоматизації підрозділяють:

- за виконанням – на відкриті (панелі) і захищені (шафні);
- за призначенням – на оперативні, в яких ведеться контроль і керування технологічним процесом;
- неоперативні, призначені для установки апаратів і приладів, які не використовуються безпосередньо оператором для керування і спостереження за ходом технологічного процесу.

Крім цього щити розрізняють за місцем установки:

- місцеві – розташовані поблизу установки;
- агрегатні, на яких встановлюється апаратура керування контролю і сигналізації для одного агрегату;
- блочні – включають в себе засоби автоматизації декількох агрегатів;
- центральні, в яких розташовують апаратуру керування і автоматизації, яка відноситься до всього технологічного процесу цеху (корівник, свинарник, кормоцех тощо).

Згідно з нормативними документами необхідно позначати відповідно до ОСТ 36.13-76 (табл. 1.16).

Таблиця 1.16

Позначення щитів і пультів

Назва	Умовне позначення
Шафний щит з задніми дверима	ЩШ-ЗД
Шафний щит з задніми дверима відкритий з двох боків	ЩШ-ЗД-02
Шафний щит з двома дверима відкритий з правого боку	ЩШ-ЗД-ОП
Шафний щит з двома дверима відкритий з лівого боку	ЩШ-ЗД-ОЛ
Шафний щит з задніми дверима, двосекційний, трисекційний, малогабаритний	ЩШ-ПЗД-ЩШ-2 ЩШ-ПЗД-ЩШ-3
Панельний щит для диспетчерських пунктів	ЩШМ
• з каркасом	ЩПК
• з каркасом, закритий з правої сторони	ЩПК-ЗП
• з каркасом, закритий з лівої сторони	ЩПК-ЗЛ
• з каркасом, двосекційний	ЩПК-2
Пульт закритий	П
Пульт правий	ПП
Пульт лівий	ПЛ
Пульт з похилою площиною для приладів	ПНП

Шафні щити застосовують у виробничих приміщеннях з підвищеним вмістом пилю, з великою пологістю, якщо не виключена можливість пошкодження апаратури і проводки, яка розміщена в щиті, якщо всередині щита необхідно розмістити допоміжну апаратуру (реле, джерела живлення, сигналізацію) для захисту обслуговуючого персоналу від дотику до струмопровідних частин апаратів, затискачів.

Панельні щити з каркасом встановлюють у спеціальних приміщеннях, які для цього призначені (диспетчерські, операторські пункти керування).

Креслення загального виду повинно мати вид спереду (фронтальна площина), де спрощено показано прилади і апарати з необхідною координацією, щоб підготувати місце на фронтальній площині під прилади. Координація здійснюється за рахунок прив'язки апаратури до основи щита і осьової лінії (рис. 1.20). Біля зображень приладів показують її буквенно-цифрове позначення за принциповими схемами. Для пояснення призначення приладу або апарата під приладом або апаратом встановлюють рамку з надписом (вид спереду, двері закриті) показують без координації апаратів. У кресленнях загальних видів наведено також перелік елементів.

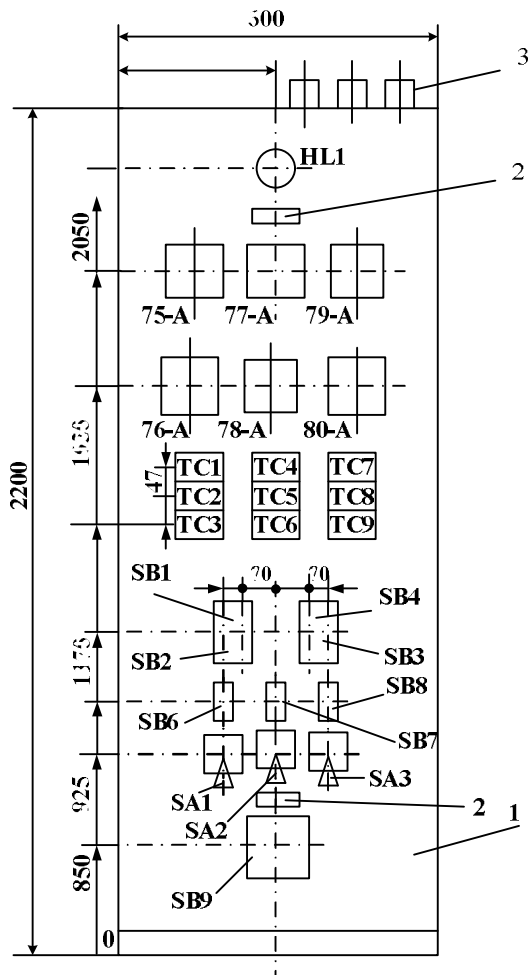


Рис. 1.20. Загальний вигляд шафного щита:
 1 – щит шафний ЩПШ-3Д-2200х600-600, ОСТ 36.13-76;
 2 – рамка для надпису; 3 – кабельні вводи

У кресленнях загальних видів наводиться також перелік елементів. У переліку зазначають: позиції приладів і засобів автоматизації (табл. 1.17).

Таблиця. 1.17

Перелік елементів

Позиція	Назва	Тип	Кількість
75A-80A	Амперметр	M-761	6
НІ 1	Арматура з молочною лінзою	AEP-220	1
Н12-Н110	Табло світлове	ТС	9
B9	Кнопка керування	KE 012-УЗ	1
B6-B8	Кнопка керування	KE 011-УЗ	3
B1-B4	Кнопка керування	E014-УЗ	4
A1-A3	Кнопка керування	E014-УЗ	3

Ввід у щит електричних трубних проводок передбачається, як правило, знизу або зверху і як виключення – збоку.

Для зручності монтажу і експлуатації при інших рівнозначних умовах перевага повинна надаватись вводу проводок знизу щита або пульта.

Для більш наочної інформації протікання технологічного процесу, окремих операцій можуть застосовуватись мнемосхеми, які встановлюють в диспетчерських пунктах. Мнемосхема дозволяє оператору швидко оцінювати ситуацію і хід технологічного процесу. На мнемосхемі відображаються всі основні контури об'єктів керування, але ступінь деталізації не повинна бути надто великою. На мнемосхемах не показують другорядні елементи технологічного процесу, які відвертають увагу оператора і ускладнюють оцінку стану протікання процесу.

Окремі технологічні машини, апарати, трубопроводи, лінії зв'язку на мнемосхемах зображають символами. Контури символів, як правило, повинні бути подібними контурам відповідних машин і апаратів. Зберігати масштаб при цьому необов'язково і навіть недоцільно.

Як приклад, на рис.1.20 наведено мнемосхему пульта керування насосними агрегатами станції зрошування.

1.4.3. Розміщення приладів і засобів автоматизації

Більшість приладів і засобів автоматизації повинні розміщуватись у щитах або пультах, це означає, що розміри щитів і пультів залежать від розмірів технічних засобів. Розглянемо деякі положення, якими необхідно керуватись при визначенні розмірів щитів (рис.1.21).

Прилади і апарати на лицьовій стороні щита розміщуються, виходячи з умов забезпечення зручності роботи оператора, а також безпеки обслуговування. Щити з дверима, у яких глибина, тобто відстань від дверей до протилежної стінки, не перевищує 600 мм, відносяться до щитів, які обслуговуються зовні. У таких щитах апарати і прилади з відкритими струмопровідними частинами можна встановлювати на будь-яких внутрішніх стінках. У пультах для розміщення апаратів і приладів, як правило, використовують тільки робочу (верхню) поверхню пульта і передню стінку приставки для приладів.

На внутрішніх стінках рекомендується встановлювати тільки збірки затискачів.

При розміщенні приладів і апаратів в щитах і пультах відстань між відкритими струмопровідними елементами різних фаз, а також між елементами і неізолюваними металевими частинами повинна бути не менше 20 мм по поверхні ізоляції і 12 мм по повітрю.

Апарати і прилади, які встановлюють всередині щитів рекомендується встановлювати на таких відстанях від основи щита:

- трансформатори і інші джерела живлення малої потужності – на відстані 1700–2000 мм;
- панелі з вимикачами, запобіжниками, автоматами – на відстані 700–1700 мм;
- реле – на відстані 600–1900 мм;
- збірки затискачів при вертикальному розташуванні з врахуванням підключення знизу: нижній край збірки – 350 мм, верхній край збірки – 1900 мм;
- збірки затискачів при горизонтальному розташуванні – 350–800 мм;
- відстань між збірками затискачів – 200 мм;
- відстань від приладу до стінки щита – 100 мм;
- відстань між приладами по горизонталі – 50 мм, по вертикалі – 40–80 мм.

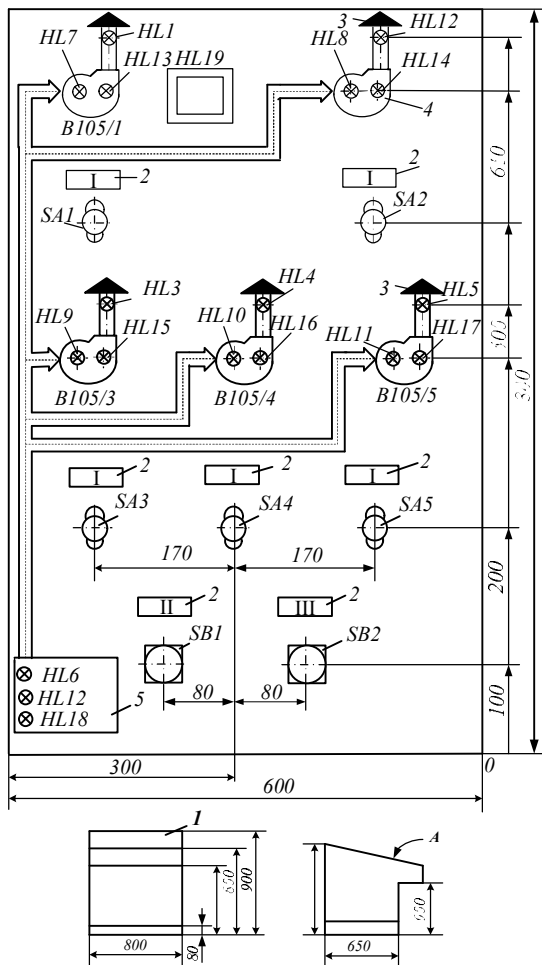


Рис. 1.21. Загальний вигляд пульта з мнемосхемою:

1 – корпус пульта; 2 – рамка для надпису; 3 – символ стрілки; 4 – символ насоса; 5 – символ ємності; 6 – символ трубопроводу для води; SB1 – кнопка сигналізації; SA3, SA4 – ключі керування B105 (1-B105); 5 – технологічне позначення насосів; HL19 – сигнальне табло; HL6-HL11 – арматура сигнальна з склом жовтого кольору; HL12 – червоного кольору; HL13 – HL17 – зеленого кольору; I – ввімкнено-вимкнено; II – опробування сигналізації; III – зняття сигналу

Апарати, які виділяють при роботі велику кількість тепла (резистори, лампи розжарювання) необхідно розташовувати у верхній частині щита.

Апарати з рухомими частинами (рубильники, магнітні пускачі, реле) необхідно розташовувати так, щоб вони під дією сили тяжіння не могли самостійно замкнути коло. Електричні проводки в щитах і пультах виконують відкритими, об'єднуючи їх в джгути. Не дозволяється з'єднувати в загальні джгути проводки кіл живлення, керування і сигналізації з вимірювальними колами приладів. Загальна прокладка кіл різного призначення приводить до того, що в колах вимірювальних приладів виникають електричні перешкоди, які значною мірою спотворюють результати вимірів. Вимірювальні кола прокладають окремо. Монтаж проводок всередині щитів виконують проводом з мідними жилами марки ПВ, а монтаж проводок до приладів, які встановлені на рухомих елементах (двері, поворотні рамки), – гнучкими проводами марки ПГВ.

Питання для самоконтролю

1. Як поділяють апарати, що використовуються в схемах автоматизованого і автоматичного керування електроустановками?
2. Як вибирають апарати, що використовуються в схемах автоматизованого і автоматичного керування електроустановками?
3. Для чого призначені шляхові та кінцеві вимикачі?
4. За якими умовами вибирають проміжні реле?
5. За якими умовами вибирають первинні перетворювачі: датчики тиску, вологості, температури, рівня?
6. Які пристрої відносяться до виконавчих апаратів?
7. Де застосовують шафні щити?
8. Для чого застосовуватись мнемосхеми?
9. Як розміщують електричні проводки в щитах і пультах?

ТЕСТИ

1. Для чого використовуються командні апарати?

А. Для створення первинних імпульсів (команд) на вмикання, електроустановки.

В. Для створення первинних імпульсів (команд) на вмикання, вимикання та зміну режиму роботи електроустановки.

С. Для створення первинних імпульсів (команд) на зміну режиму роботи електроустановки.

2. Які пристрої належать до командних апаратів?

А. Шляхові та кінцеві вимикачі, поплавкові, манометричні, температурні та інші реле, датчики температури.

В. Шляхові та кінцеві вимикачі, поплавкові, манометричні, температурні та інші регулятори.

С. Шляхові та кінцеві вимикачі, поплавкові, манометричні, температурні та інші реле, контактні термометри.

3. Як вибирають командні апарати?

А. За напругою, струмом, виконанням захисту від навколишнього середовища.

В. За напругою, струмом, кількістю і видом контактів, виконанням захисту від навколишнього середовища.

С. За напругою, струмом, кількістю і видом контактів.

4. Для чого використовуються проміжні апарати?

А. Для передачі та підсилення первинних імпульсів, а також забезпечення певної послідовності виконання технологічних операцій.

В. Для передачі імпульсів, а також забезпечення певної послідовності виконання технологічних операцій.

С. Для забезпечення певної послідовності виконання технологічних операцій.

5. За якими умовами вибирають реле часу?

А. За витримкою часу (витримка часу визначається ходом технологічного процесу).

В. За витримкою часу (витримка часу визначається ходом технологічного процесу), за напругою живлення, розривною потужністю контактів, кількістю програм тощо.

С. За витримкою часу (витримка часу визначається ходом технологічного процесу), за напругою живлення, кількістю програм.

6. Для чого призначені виконавчі апарати?

А. Для виконання відповідних робочих функцій системи неавтоматизованого, автоматизованого та автоматичного керування.

В. Для виконання відповідних робочих функцій.

С. Для виконання відповідних робочих функцій автоматичного керування.

7. Як вибирають виконавчі механізми з електродвигунним приводом?

А. Залежно від значень зусилля, необхідного для приводу заслінок.

В. Залежно від значень моменту, необхідного для приводу заслінок.

С. Залежно від значень робочого ходу, необхідного для приводу заслінок.

8. Як вибирають сигнальні апарати?

А. Вибирають за кольором лінз.

В. Вибирають за напругою.

С. Вибирають за напругою, кольором лінз

9. Для чого призначені щити і пульти системи автоматизації?

А. Для розміщення засобів контролю і керування технологічним процесом.

В. Виконують роль постів контролю, керування і сигналізації.

С. Для розміщення засобів контролю і керування технологічним процесом та виконують роль постів контролю, керування і сигналізації.

**1.5. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ
ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ**

При розробці систем автоматизації кожний технологічний процес, машина, устаткування, апарат, що підлягає автоматизації, називаються об'єктами автоматизації. Об'єкт автоматизації – це одне із центральних понять, у теорії автоматичного регулювання та управління. Його властивості визначають склад комплексу технічних засобів та алгоритм управління. Тобто об'єкт автоматизації можна розглядати як деякий базис, а всі інші елементи системи – як надбудову.

У сільськогосподарському виробництві найбільш сприятливі умови для автоматизації забезпечуються для стаціонарних процесів у тваринництві, закритому ґрунті, переробки та зберігання сільськогосподарської продукції. Останнім часом завдяки розвитку мікроелектроніки стала можливою автоматизація мобільної техніки: тракторів, комбайнів, сівалок.

Таким чином, об'єктами автоматизації у сільському господарстві є: технологічні процеси (створення мікроклімату, приготування та роздача кормів, сушіння та очищення продукції, стабілізація рівня рідин), окремі механізми та апарати (стабілізація частоти обертання робочих машин, забезпечення завантажування дробарок тощо).

Об'єкти автоматизації можна класифікувати так: прості та складні; із зосередженими та розподіленими параметрами.

У простих об'єктів динамічні властивості описуються за допомогою двох узагальнених координат (входу та виходу). Динаміка складних об'єктів для опису потребує не менше трьох координат. Динамічні та статичні властивості об'єктів із зосередженими параметрами постійні в усіх їх просторових точках. Об'єкти із розподіленими, навпаки, потребують ще й просторової координати, оскільки їхня динаміка у різних просторових точках різна. Тому об'єкти із розподіленими координатами є ще й складними.

Властивості об'єкта управління дозволяють визначити алгоритм управління та підібрати комплекс технічних засобів для його реалізації. При цьому користуються математичними моделями об'єктів автоматизації у вигляді передаточних функцій. Передаточні функції (зображення лінійних диференціальних рівнянь) можуть бути одержані за результатами аналітичних та експериментальних досліджень.

Аналітичні методи дослідження об'єктів. У цьому випадку користуються одним із трьох відомих законів збереження: кількості енергії, руху, речовини. Так, для сільськогосподарського виробництва закони збереження можуть бути інтерпретовані наступним чином:

для теплових об'єктів

$$mc \frac{d\theta}{dt} = Q_T,$$

де m – маса об'єкту,

c – питома теплоємність,

θ – температура,

Q_T – сума теплових потоків, що направлені на об'єкт та з нього;

для об'єктів, що здійснюють круговий рух

$$I \frac{d\omega}{dt} = M,$$

де I – момент інерції,

ω – кутова частота обертання,

M – сума моментів;

для об'єктів, що здійснюють лінійний рух

$$m \frac{dV}{dt} = F,$$

де V – лінійна швидкість,

F – сума сил, що діють на об'єкт;

для об'єктів, які наповнюються рідинами

$$S \frac{dh}{dt} = \sum Q,$$

де S – площа основи резервуарів,

h – рівень рідини,

Q – потоки рідин;

для об'єктів, які піддаються сушінню або зволоженню

$$m_0 \frac{d\omega}{dt} = W,$$

де m_0 – маса абсолютно сухої речовини,

ω – відносна вологість,

W – маса води, що надходить за одиницю часу.

Аналіз виразів дозволяє записати:

$$L \frac{dy}{dt} = X,$$

де x, y – вхід та вихід об'єкта,

L – незмінні його властивості.

У кінці XIX століття А. Стодола отримав рівняння, яке може бути використане для визначення передаточних функцій об'єктів:

$$T_A \frac{d\Delta y}{dt} \pm \delta y = \Delta X,$$

де T_a – час розгону об'єкту,

δ – коефіцієнт самовирівнювання,

$\Delta x, \Delta y$ – відхилення змінних на вході та виході об'єкту.

Залежно від значення коефіцієнта самовирівнювання об'єкти автоматизації поділяються на:

$\delta > 0$ – статичні стійкі;

$\delta = 0$ – астатичні;

$\delta < 0$ – статичні нестійкі.

Існує також і другий підхід при побудові математичних моделей об'єктів аналітичним методом – класичний, який потребує знань фізичних явищ, що відбуваються в даному об'єкті.

Аналітичний метод дослідження має одну основну перевагу перед іншими – він значно дешевший (не потребує затрат на експерименти, матеріали), але в той же час моделі за рахунок прийнятих спрощень та допущень не завжди мають достатню точність.

Експериментальні методи досліджень об'єктів поділяються на методи активного та пасивного експерименту. При активному експерименті на вхід об'єкту подається сигнал стандартної форми. Реакція об'єкту на цей сигнал дозволяє визначити його передаточну функцію. Найчастіше з усіх випробувальних сигналів використовують прямокутну приступку (рис. 1.22).

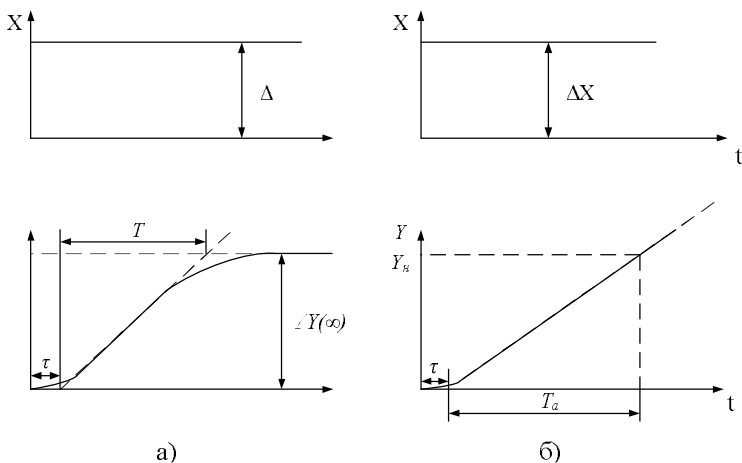


Рис. 1.22. Криві розгону об'єктів:
а – статичних; б – астатичних T_a

Реакція об'єкта – це крива розгону, яка з метою отримання передаточної функції може оброблятися графічним методом, методом Н. Симою (інтегральних площин) та іншими. Графічна апроксимація полягає в тому, що через точку перегину (для статичного об'єкту) проводять дотичну, яка дозволяє визначити постійну часу T та час

запізнювання τ . Коефіцієнт передачі визначають як $k = \frac{\Delta y(\infty)}{\Delta x}$. Таким чином, для рис. 1.22, а (статичний об'єкт) передаточна функція матиме структуру:

$$W(p) = \frac{k e^{-p\tau}}{T_p + 1}.$$

Для астатичного об'єкту структура передаточної функції має вигляд:

$$W(p) = \frac{\varepsilon}{p} \cdot e^{-p\tau}.$$

де ε – швидкість розгону об'єкту може бути розрахована як

$$\varepsilon = \frac{k}{T_A} \cdot \frac{y_H}{T_a} \cdot \Delta x.$$

де y_H – номінальне значення вихідної величини об'єкту управління;

T_a – час розгону (визначається з рис. 1.22, б).

Необхідно підкреслити, що графічна апроксимація може бути застосованою лише для певного класу об'єктів – тих, у яких точка перегину знаходиться близько до осі абсцис, в іншому випадку точність апроксимації буде невисокою.

Метод інтегральних площин більш універсальний, ніж метод графічної апроксимації, дає більшу точність, а тому його можна рекомендувати до використання практично для всіх об'єктів автоматизації. Структура передаточної функції при цьому має вигляд:

$$W(p) = W(p) k e^{-p\tau},$$

де $W(p)$ – безрозмірна передаточна функція.

Коефіцієнт передачі об'єкта визначається як і при графічній апроксимації. Час запізнювання як час, протягом якого об'єкт не реагує (або практично не реагує) на вхідний сигнал – прямокутна приступка. Основна робота, як видно, полягає у знаходженні структури та параметрів безрозмірної передаточної функції.

За умов пасивного експерименту об'єкт управління (його вхід та вихід) підключається до вимірювача і протягом тривалого часу його параметри фіксуються. Використовуючи спеціальні розділи математики (у першу чергу – це теорія ймовірності, випадкові процеси), можна розрахувати передаточну функцію об'єкта автоматизації.

Питання для самоконтролю

1. Що може бути об'єктами автоматизації у сільському господарстві?
2. Що дозволяють визначити властивості об'єкта управління?
3. Як записується закони збереження для теплових об'єктів, для об'єктів, що здійснюють круговий та лінійний рух при аналітичному методі дослідження об'єктів?
4. Які переваги аналітичного методу дослідження об'єктів автоматизації?
5. В чому полягає графічна апроксимація?
6. Які переваги методу інтегральних площин?
7. Як визначається передаточна функція об'єкта управління за умов пасивного експерименту?

ТЕСТИ

1. Що називається об'єктом автоматизації під час розробки систем автоматизації?

- A. Будь-який технологічний процес, машина, устаткування, апарат, що підлягає автоматизації.
- B. Будь-який технологічний процес, що підлягає автоматизації.
- C. Будь-яка машина, устаткування, апарат, що підлягає автоматизації.

2. Де забезпечуються найбільш сприятливі умови для автоматизації?

- A. Для переробки та зберігання сільськогосподарської продукції.
- B. Для стаціонарних процесів у тваринництві, закритому ґрунті, переробці та зберіганні сільськогосподарської продукції.
- C. Для стаціонарних процесів у тваринництві, мобільної техніки.

3. Як класифікуються об'єкти автоматизації?

- A. Прості та складні.
- B. Прості та складні; із зосередженими та розподіленими параметрами.
- C. Із зосередженими та розподіленими параметрами.

4. Скількима координатами описуються динамічні властивості простого об'єкта автоматизації?

А. За допомогою двох узагальнених (входу та виходу) координат.

В. Потребує не менше трьох координат.

С. За допомогою чотирьох узагальнених (входу та виходу) координат.

5. Скількима координатами описуються динамічні властивості складного об'єкта автоматизації?

А. За допомогою двох узагальнених (входу та виходу) координат.

В. Потребує не менше двох координат.

С. Потребує не менше трьох координат.

6. Вкажіть рівняння А. Стодоли, яке використовується для визначення передаточних функцій об'єктів.

А. $S \frac{dh}{dt} = \sum Q,$

де S – площа основи резервуарів;

h – рівень рідини;

Q – потоки рідин.

В. $T_A \frac{d\Delta y}{dt} \pm \delta y = \Delta X,$

де T_A – час розгону об'єкта;

δ – коефіцієнт самовирівнювання;

$\Delta x, \Delta y$ – відхилення змінних на вході та виході об'єкта.

С. $L \frac{dy}{dt} = X,$

де x, y – вхід та вихід об'єкта;

L – незмінні його властивості.

7. Як поділяються залежно від знаку коефіцієнта самовирівнювання об'єкти автоматизації?

А. $\delta > 0$ – статичні стійкі; $\delta = 0$ – астатичні; $\delta < 0$ – статичні нестійкі.

В. $\delta > 0$ – статичні стійкі; $\delta < 0$ – статичні нестійкі.

С. $\delta > 0$ – статичні стійкі; $\delta = 0$ – астатичні.

8. Який вигляд має передаточна функція для астатичного об'єкту?

A. $\varepsilon = \frac{k}{T_A} \frac{y_H / \Delta x}{T_a}$.

B. $W(p) = \frac{ke^{-p\tau}}{T_p + 1}$.

C. $W(p) = \frac{\varepsilon}{p} \cdot e^{-p\tau}$, де ε – швидкість розгону об'єкту

9. Який вигляд має передаточна функція для статичного об'єкту?

A. $W(p) = \frac{ke^{-p\tau}}{T_p + 1}$.

B. $\varepsilon = \frac{k}{T_A} \frac{y_H / \Delta x}{T_a}$.

C. $W(p) = \frac{\varepsilon}{p} \cdot e^{-p\tau}$.

10. Як розраховується швидкість розгону об'єкта?

A. $W(p) = \frac{ke^{-p\tau}}{T_p + 1}$.

B. $\varepsilon = \frac{k}{T_A} \frac{y_H / \Delta x}{T_a}$.

C. $W(p) = \frac{\varepsilon}{p} \cdot e^{-p\tau}$.

1.6. ВИБІР АЛГОРИТМУ УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ

Динамічні властивості об'єктів управління дають змогу розробникам систем автоматики на стадії проектування визначити алгоритм управління. Для цього слід проаналізувати співвідношення між постійною часу та часом запізнювання. Відомо, що

$$0,2 \leq \frac{\tau}{T} \leq 1 \quad \text{– безперервний (лінійний),}$$

$$\frac{\tau}{T} < 0,2 \quad \text{– позиційний,}$$

$$\frac{\tau}{T} > 1 \quad \text{– рекомендують імпульсний алгоритм управління.}$$

При визначенні алгоритму управління необхідно пам'ятати, що структура передаточної функції повинна відповідати виразам для статичного і астатичного об'єкта. Метод інтегральних площин дає більш складну структуру. У цьому випадку:

- за передаточною функцією знаходять оригінал, за яким будують криву розгону;
- крива розгону (побудована) апроксимується графічним способом, яких би динамічних властивостей не мали зазначені об'єкти;
- розраховані параметри передаточної функції використовуються для визначення алгоритму управління.

Лінійний алгоритм управління – один із найпоширеніших у сільськогосподарському виробництві. Він поєднує пропорційний, інтегральний, пропорційно-інтегральний, пропорційно-диференційований, пропорційно-інтегрально-диференційований. Кожний з них має свої недоліки і переваги.

У практиці проектування для конкретного об'єкта вибирають такий алгоритм, який би забезпечив один із трьох типових перехідних процесів: аперіодичний, з 20 %-им перерегулюванням та з мінімальним інтегральним показником якості (рис. 1.23). Аперіодичний характеризується максимальним динамічним відхиленням, мінімальним часом регулювання та відсутністю перерегулювання. Перехідний процес з 20 %-м перерегулюванням середній за якістю. Перехідний процес з мінімальним інтегральним показником якості (площа між кривою перехідного процесу та віссю часу мінімальна) характеризується значним перерегулюванням, найбільшим часом регулювання та мінімальним динамічним відхиленням. Конкретний типовий перехідний процес може бути визначений з урахуванням вимог технологів до відповідного об'єкта управління.

Методика вибору найкращого алгоритму управління полягає у визначенні динамічного коефіцієнта регулювання. Для статичних об'єктів:

$$R_D = \frac{y_1}{k_0 u_M},$$

де y_1 – максимальне динамічне відхилення; k_0 – коефіцієнт передачі об'єкта управління; u_M – максимально можливе збурення по навантаженню (у відсотках переміщення регулюючого органу).

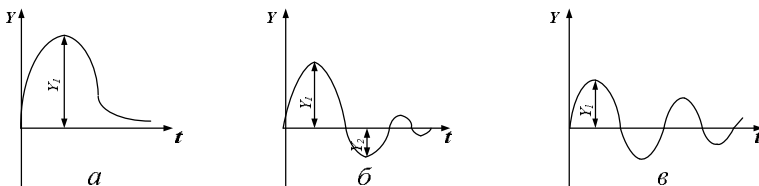


Рис. 1.23. Типові перехідні процеси:

*а – аперіодичний; б – із 20 %-им перерегулюванням;
в – із мінімальним інтегральним показником якості*

Після цього за графічними залежностями визначають алгоритм управління.

Для астатичних об'єктів:

$$R_D = \frac{y_1}{\varepsilon_0 \tau \times y_M},$$

де ε_0 – швидкість розгону об'єкта;

τ – час запізнювання.

Для астатичного об'єкта алгоритм управління знаходять за табл.

1.18.

Таблиця 1.18

Динамічні коефіцієнти регулювання для астатичних об'єктів

Алгоритм управління	Динамічні коефіцієнти регулювання		
	Аперіодичний	Із 20%-им перерегулюванням	Із мінімальним інтегральним критерієм
Пропорційний	2,9	1,4	–
Пропорційно-інтегральний	1,4	1,3	0,9
Пропорційно-інтегрально-диференціальний	1,3	1,1	0,8

Для того, щоб переконатись у правильності вибору алгоритму управління, розраховують час регулювання, який потім порівнюють із вимогами технологів:

$$t_p = \tau \varphi,$$

де φ – відносний час регулювання, що вибирається за табл. 1.19.

Позиційний алгоритм управління – найдешевший, але придатний лише для низькочастотних об’єктів, тобто для тих, що пропускають тільки першу гармоніку. На відміну від лінійних алгоритмів позиційний потребує для розрахунків параметрів настройки регуляторів не метод синтезу, а метод аналізу. Широке застосування при цьому отримав метод Гольдфарба, в основі якого лежить метод гармонічної лінеаризації.

Застосування методу гармонічної лінеаризації передбачає деяку нелінійну ланку, що входить до складу системи автоматизації, замінити лінійною, властивості якої характеризуються коефіцієнтами гармонічної лінеаризації:

$$W_H(P) = g_1 + \frac{g_2}{\omega} P,$$

де g_1, g_2 – коефіцієнт гармонічної лінеаризації.

Розрахунок параметрів настройки полягає в тому, що розробники задаються деякою зоною нечутливості і розраховують параметри автоколивальності, що виникають в системі. Якщо вони відповідають вимогам технологів, то розрахунки на цьому завершують. Якщо ж ні, то беруть інші значення зони нечутливості і так доти, доки не отримують задовільний результат.

Таблиця 1.19

Відносний час регулювання

Алгоритм управління	Об’єкт	Відносний час регулювання		
		Аперіодичний	Із 20%-им перерегулюванням	Із мінімальним інтегральним критерієм
Пропорційний	Статичний	4,5	6,5	9,0
	Астатичний	6,0	8,0	–
Пропорційно-інтегральний	Статичний	8,0	12,0	16,0
	Астатичний	14,0	16,0	18,0
Пропорційно-інтегрально-диференціальний	Статичний	5,5	7,0	10,0
	Астатичний	9,0	12,0	13,0

Питання для самоконтролю

1. Що дають динамічні властивості об'єктів управління розробникам систем автоматики?
2. Яка послідовність визначення алгоритму управління методом інтегральних площин?
3. Чим характеризується перехідний процес із 20 %-им регулюванням?
4. Як визначається динамічний коефіцієнт регулювання для статичних об'єктів?
5. Як визначається динамічний коефіцієнт регулювання для астатичних об'єктів?
6. Який метод застосовують для позиційного алгоритму управління?

ТЕСТИ

1. Які види управління поєднує лінійний алгоритм управління?

- А. Пропорційний, інтегральний, пропорційно-інтегрально-диференційований.
- В. Пропорційний, інтегральний, пропорційно-інтегральний, пропорційно-диференційований, пропорційно-інтегрально-диференційований.
- С. Пропорційний, пропорційно-інтегральний, пропорційно-диференційований.

2. Чим характеризується аперіодичний перехідний процес?

- А. Максимальним динамічним відхиленням, мінімальним часом регулювання та відсутністю перерегулювання.
- В. Найбільшим часом регулювання та мінімальним динамічним відхиленням.
- С. Середній за якістю перехідний процес.

3. В чому полягає розрахунок параметрів настройки?

- А. Задаються деякою зоною нечутливості, що виникають в системі.
- В. Розраховують параметри автоколивань, що виникають в системі.
- С. Задаються деякою зоною нечутливості і розраховують параметри автоколивань, що виникають в системі.

1.7. АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

1.7.1. Стійкість системи та методики перевірки

Одним з основних показників, що характеризують автоматичну систему, є її стійкість.

Стійкість – це властивість системи повертатися в початковий стан після припинення дії збурення.

Нестійка система не повертається в стан рівноваги. Вихідна величина такої системи безперервно збільшується або скоює неприпустимо великі коливання, тому такі системи не придатні для практичного використання. Російський вчений А. М. Ляпунов запропонував оцінювати стійкість автоматичних систем на основі аналізу рівняння динаміки даної системи.

Для визначення стійкості системи необхідно розв'язати рівняння системи, записане в операторній формі і визначити значення кореня рівняння. Якщо всі корені мають негативну дійсну частину, то система буде стійкою. Якщо дійсна частина хоча б одного кореня рівна нулю, а дійсні частини інших коренів негативні, то система знаходиться на межі стійкості. За наявності кореня з нульовими дійсними частинами система буде нестійкою. Отже, для визначення стійкості системи необхідно розв'язати рівняння і визначити знаки дійсної частини коренів. Рівняння алгебри першого і другого ступеня розв'язуються просто. Рівняння вищих порядків розв'язуються важко або аналітично взагалі не розв'язуються. Тому виникає питання про визначення знаків коренів рівняння без розв'язку рівняння. Цим питанням займалися багато учених. Вони встановили непрямі ознаки, що дозволяють судити про знаки кореня. Ці непрямі ознаки одержали назву критеріїв стійкості.

Застосовуються критерії алгебри стійкості Вишнеградського, Рауса, Гурвіца і графоаналітичні критерії Михайлова і Найквіста. Перевагами критеріїв алгебри є простота їх застосування. Треба тільки знати розділ математики, що стосується розв'язування рівнянь. Основним недоліком критеріїв алгебри є те, що вони не дозволяють оцінити вплив на стійкість системи параметрів окремих її елементів. Від цього недоліку вільні графоаналітичні критерії.

1.7.2. Основні показники надійності автоматичної системи

Надійність – це властивість об’єкта (схеми) виконувати задані функції протягом часу, обумовленого вимогами експлуатації. Якщо на стадії проектування не врахувати надійність, то в реальних умовах розроблена схема керування може виявитись непрацездатною.

Питання надійності роботи окремих елементів регламентуються ГОСТ 27.002-83 “Надійність у техніці, терміни і визначення”.

Основне поняття в теорії надійності **відмова** – це (повна або часткова) втрата працездатності, порушення нормальної роботи об’єкта (схеми), внаслідок чого його характеристики не задовольняють вимог, які перед ним ставляться. Відмова завжди розглядається як функція, неперервна в часі, вона може статись у будь-який момент часу і в той же час відмова – це дискретна величина. Розрізняють відмови трьох видів:

- технологічні (виникають за рахунок невідпрацьованої технології і незадовільного контролю якості в процесі виробництва);
- зношувальні (є наслідком старіння окремих елементів виробу);
- раптові (виникають випадково).

Розрізняють також **збій**, який через деякий час ліквідується сам по собі. Збій призводить до короткочасного порушення працездатності виробу. Причина збою – неполадки в лінії зв’язку або енергопостачання.

Відповідно до ГОСТ 27.002-83 поняття надійність може включати: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, збереженість.

Безвідмовність – властивість об’єкта безперервно зберігати працездатність протягом певного проміжку часу.

Довговічність – властивість об’єкта зберігати працездатність до настання граничного стану при існуючій системі технічного обслуговування.

Ремонтпридатність – пристосування виробу до попередження і виявлення причин виникнення його відмов, поломок і їх усунення шляхом проведення технічного обслуговування і ремонту.

Збереженість – властивість виробу бути справним і працездатним під час зберігання, транспортування і після них.

Використовуються поняття, які характеризують властивості об’єкта (схеми) – це: справний і несправний, працездатний і непрацездатний.

Справний стан – це стан, при якому виріб відповідає всім вимогам, що встановлені нормативно-технічною документацією.

Несправний – стан, коли виріб не відповідає хоча б одній із вимог.

Працездатний і непрацездатний стан характеризується здатністю і нездатністю виробу виконувати задані функції з збереженням значень, параметрів відповідно до нормативно-технічної документації.

Граничний стан – такий, при якому наступна експлуатація повинна бути припинена через неможливість ліквідувати порушення вимог правил техніки безпеки, відхилення параметрів від норми, а також через необхідність проведення капітального ремонту.

Пошкодження – явище, яке полягає в порушенні справності виробу під дією зовнішніх факторів, які перевищують норми, встановлені в нормативно-технічній документації.

До кількісних показників надійності відносяться: ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, напрацювання на відмову, середній термін служби, середній термін зберігання та ін.

Ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$ – ймовірність того, що в заданому інтервалі часу при заданих режимах і умовах роботи не виникне відмова виробу в роботі:

$$P(t) = e^{-k\lambda_{\Sigma}T_0},$$

де k – коефіцієнт, що враховує вплив навколишнього середовища на роботу електрообладнання та засоби автоматизації, для с. г. виробництва $k=10$;

λ_{Σ} – загальна інтенсивність відмов, год⁻¹;

T_0 – час експлуатації, для якого визначається ймовірність безвідмовної роботи, знаходимо за таблицею 1.20.

Таблиця 1.20

Час експлуатації для визначення ймовірності безвідмовної роботи

Перелік установок	Час, годин
Установки, які працюють постійно (мікроклімат, водопостачання...)	4000
Установки мікроклімату сезонного призначення	1000
Установки для приготування і роздачі кормів, видалення гною, доїння і обробки молока,...	500
Установки для обробки зерна	400

Інтенсивність відмов для кожного виду елементів вибираємо з таблиці 1.21

Таблиця 1.21

Інтенсивність відмов

Назва електрообладнання	Інтенсивність відмов $1 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$	Назва електрообладнання	Інтенсивність відмов, $1 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$
1	2	3	4
Автоматичний вимикач	0,22	Мікровимикачі	0,25
Випрямляч	1,00	Регулятор тиску РД-8	26
Вимикач кноповий	0,063	Резистори пластині	0,03
Вимикач панельний	0,175	Резистори потужні	0,025
Вимикач кінцевий	0,161	Резистори дротяні	0,068
Перемикач триполюсний	0,92	Резистори шунтуючі	1,5
Виконуючий механізм	110	Реле потужні	0,30
Датчики контактні температури	4,5	Реле теплові	0,40
Датчики контактні рівня	1,5	Реле загального призначення	0,25
Датчики контактні тиску	5,0	Реле часу електронне	1,2
Датчики контактні вологості	1,5	Реле часу	
Діоди, фотодатчики	1,5	електромеханічне	2,5
Дзвінок	16	Реле часу	
Електродвигуни	10	електромагнітне	0,5
Елемент нагрівний	0,3	Рубильник	6,6
Електроклапан	25	Регулятор тиску	25
Електричний регулятор рівня	42	Регулятор електронний	
Запобіжник	0,6	рівня	2,5
Затискач запобіжника	0,02	Регулюючі електричні	
Заглибний електродвигун	25	прилади	60
Заслінка	2,9	Серводвигун	0,25
Кнопки керування	1,4	Сирена	20
Конденсатори паперові	1,8	Тиристор	1,8
Конденсатори керамічні	0,1	Транзистор кремнієвий	0,5
Контакти замикаючі	0,25	Транзистор германієвий	0,3
Контакти розмикаючі	0,25	Трансформатор	5
Лампочки сигнальні	20,0	Тахогенератор	0,8
Лампи розжарювання	0,625	Термореле	0,14
Лампове штирове з'єднання	0,005	Терморезистор	3,8
Логічні елементи	2,5		
Логометри, мілівольтметри	380		

1	2	3	4
Контакти	0,25	Терморегулятор	
Показові прилади	38	електронний	23
Підсилювач постійного струму	10	Терморегулятор	
Потенціометр дротяний	1,4	електромеханічний	36
Потенціометр	105	Тензодатчики	10
Магнітні пускачі	10	Тепловий вимикач	0,13
Манометр з трубчастою пружиною	100	УВТЗ без позисторів	15
Мікроконтролер	40	ЗОУП – 25	24
		Інтегральні схеми	22
		Тумблер	0,1
		Тахометр електричний	0,52
		З'єднання пайкою,	11,5
		затискачі	0,04
		Тиратрон	0,2
		Лампа імпульсна	0,9

Інтенсивність відмов установки залежить від дії механічних впливів на електрообладнання і від розміщення кожного елемента схеми. Коефіцієнт, який враховує механічні впливи, вибираємо з таблиці 1.22.

На інтенсивність відмов також впливає температура та вологість оточуючого середовища, при яких працює елемент схеми або установка в цілому. Коефіцієнт температури, який залежить від вологості і температури, при яких працюють елементи схеми, вибирають з таблиці 1.23.

Інтенсивність відмов для кожного виду елементів визначаємо за формулою, враховуючи коефіцієнт навантаження та температури, при яких дане електрообладнання використовується

$$\lambda = k \lambda_0,$$

де λ_0 – інтенсивність відмов в нормальних умовах, год.⁻¹ (таблиця 1.21);

k – поправочний коефіцієнт, який враховує коефіцієнт навантаження і температури;

$$k = k_H k_T,$$

де k_H – коефіцієнт навантаження, який залежить від умов, при яких працює елемент схеми, вибираємо з таблиці 1.22;

k_T – коефіцієнт температури, який залежить від температури і вологості, в яких знаходиться елемент схеми, вибираємо з таблиці 1.23.

Таблиця 1.22.

Значення коефіцієнта навантаження залежно від умов експлуатації

Умови експлуатації	Коефіцієнт
Лабораторні	1,00
Стационарні	1,07
Транспортні	1,46
Польові	1,54

Таблиця 1.23

Значення коефіцієнта температури залежно від температури і вологості середовища

Вологість	Температура	Коефіцієнт	Вологість	Температура	Коефіцієнт
60...70	20...40	1,0	90...98	20...25	2,0
70...80	20...30	1,25	90...98	25...30	2,2
70...80	30...40	1,45	90...98	30...40	2,5
80...90	20...30	1,4	90...98	40...100	3,4
80...90	30...40	1,8	90...98	100 і більше	4,0

Всі дані заносимо до таблиці 1.24.

Таблиця 1.24

Зразок таблиці для розрахунку інтенсивності відмов

Назва елемента	Позначення	Кількість	Інтенсивність відмов 10^{-6} год. ⁻¹	Коефіцієнт навантаження $K_{\text{н}}$	Режим роботи		Поправочний коефіцієнт, K	Інтенсивність відмов 10^{-6} год. ⁻¹	
					температура, °C	коефіцієнт температури, K_T		для одного елемента	для групи елементів
Вимикач автоматичний	QF	1	0,22	1.07	20	1,4	1,49	0,33	0,33

Ймовірність відмови – величина за значенням протилежна $P(t)$.
При цьому: $P(t) + q(t) = 1$, звідки $q(t) = 1 - P(t)$.

Напрацювання на відмову – величина обернена сумарній інтенсивності відмов

$$T = 1 / \lambda_{\Sigma}$$

Напрацювання на відмову з заданою імовірністю визначаємо за формулою

$$T_0 = \ln(p) / \lambda_{\Sigma}$$

Для підвищення надійності установки потрібно зробити резерв малонадійного обладнання в необхідній кількості для того, щоб установка працювала задану кількість часу.

Питання для самоконтролю

1. Коли система стійка?
2. Коли система знаходиться на межі стійкості?
3. Коли система нестійка?
4. Дайте визначення надійності, відмові, безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності.
5. Чим характеризується працездатний і непрацездатний стан виробу?
6. Як визначається ймовірність безвідмовної роботи?
7. Від чого залежить та як визначається інтенсивність відмов?
8. Як визначається напрацювання на відмову?
9. Як визначається напрацювання на відмову з заданою імовірністю?

ТЕСТИ

1. Стійкість – це...

А. властивість системи не повертатися в початковий стан після припинення дії збурення.

В. властивість системи повертатися в початковий стан.

С. властивість системи повертатися в початковий стан після припинення дії збурення.

2. Що необхідно для визначення стійкості системи?

А. Розв'язати рівняння і визначити знаки дійсної частини кореня.

В. Розв'язати рівняння.

С. Визначити знаки дійсної частини кореня.

3. Яких видів є відмови?

А. Технологічні, раптові.

В. Технологічні, зношувальні, раптові.

С. Зношувальні, раптові

4. Справний – стан ...

А. при якому виріб відповідає всім вимогам, що встановлені нормативно-технічною документацією.

В. Характеризується здатністю і нездатністю виробу виконувати задані функції із збереженням значень, параметрів відповідно до нормативно-технічної документації.

С. коли виріб не відповідає хоча б одній із вимог.

5. Які показники надійності належить до кількісних?

А. Ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, напрацювання на відмову, пошкодження.

В. Ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, напрацювання на відмову, середній термін служби, середній термін зберігання.

С. Ймовірність безвідмовної роботи, довговічність, середній термін служби, середній термін зберігання.

2. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ТВАРИННИЦТВІ ТА ПТАХІВНИЦТВІ

2.1. АВТОМАТИЗАЦІЯ УСТАНОВОК ВОДОПОСТАЧАННЯ

2.1.1. Технологічні основи автоматизації водонасосних установок

У сільському господарстві воду використовують для потреб населення і напування тварин, приготування їжі і кормів, поливу рослин, гасіння пожеж і для інших виробничих цілей.

Водопостачання сільськогосподарських споживачів добре механізоване і автоматизоване. Завдяки механізації і автоматизації людина практично звільнена від ручної праці при доставці і розподілі води на тваринницькі ферми і в побуті.

Для підйому і роздачі води застосовують водонасосні установки, що складаються з водоприймачів, очисних споруд, резервуарів чистої води або водонапірних башт, сполучної водопровідної мережі і електронасосів із станціями управління. Найбільше в сільському господарстві поширені відцентрові і осьові насоси. Їх виконують в моноблоці з електродвигунами і занурюють у воду, в трубчасті колодязі діаметром 100...250 мм (заглибні насоси) або розташовують на поверхні землі. Є заглибні насоси з електродвигунами, розташованими над свердловиною. Ці насоси називають артезіанськими.

Для підйому води з відкритих водоймищ і шахтних колодязів застосовують також плаваючі відцентрові насоси. Широко розповсюджені так звані об'ємно-інерційні насоси з електромагнітним вібраційним приводом. Ці насоси мають малу подачу води (до 1 м³/ч при при напорі 20 м). Сільське населення використовує їх в побуті.

У сільському господарстві застосовують водонасосні установки трьох типів: баштові з водонапірним баком, водонасосні установки з гідроаккумулятором і з безпосередньою подачею води у водонапірну мережу. Майже в 90 % випадків використовують баштові водонасосні установки з витратою води до 30 м³/ч. Якщо витрата води складає 30...65 м³/ч, то рекомендують двоагрегатні насосні станції з гідроаккумулятором. При витраті води більше 65 м³/ч економічно доцільно використовувати насосні установки з безпосередньою подачею води в розподільну мережу (зрошувальну систему).

2.1.2. Автоматизація безбаштових насосних установок

Автоматизовані водопідіймальні установки з гідроаккумуляторами призначені для механізації і автоматизації водопостачання невеликих тваринницьких ферм чи інших об'єктів зі споживанням води до 30 м³/год. Компактність установок порівняно з баштовими дає змогу монтувати їх в одному із виробничих приміщень, що суттєво зменшує витрати на будівництво і монтаж. Обов'язковою умовою нормальної роботи установки з гідроаккумулятором є безперебійне електропостачання об'єкта. Максимальні щогодинні витрати води на об'єкті мають не перевищувати подачі насоса у робочій зоні. Як водозабірні пристрої безбаштових водонасосних установок використовують трубчасті колодязі (для свердловинних електронасосних агрегатів) або відкриті водойми, шахтні та трубчасті колодязі (для відцентрових консольних насосів).

При використанні водонасосних установок з гідроаккумулятором (рисунк 2.1.1) вода з водозабірного пристрою насосом 5 подається на споживача. На відгалуженні трубопроводу встановлено гідроаккумулятор 1 (двокамерний бак), верхня і нижня камери якого розподілені гумовою мембраною 2. Верхня камера гідроаккумулятора попередньо заповнюється повітрям до тиску P_1 – тиск ввімкнення насоса. Нижня камера з'єднана з трубопроводом. При споживанні води, коли тиск в системі менше за величину P_1 , відбувається включення електронасоса. Коли споживання зменшується, вода заповнює нижню камеру гідроаккумулятора і тиск повітряної подушки зростає до значення вимкнення насосного агрегату P_2 . При відновленні споживання вода до споживача потрапляє під тиском повітря, що знаходиться над мембраною, і цикл роботи водонасосної установки повторюється.

В безбаштових водонасосних установках з об'ємом бака 0,8 м³ гумова мембрана відсутня. В процесі експлуатації об'єм повітряної подушки такого баку постійно зменшується, тому що частина повітря розчиняється у воді. Це призводить до зменшення тиску водяної подушки. Для автоматичного підтримання об'єму повітряної подушки гідроаккумулятора передбачено струминний регулятор запасу повітря.

Оскільки водонасосна установка відноситься до вибухонебезпечних, то при надмірному збільшенні тиску води в гідроаккумуляторі передбачено пристрій, що реагує на максимальне підняття мембрани і забезпечує вимкнення насосів. У випадках, коли даний захист не здійснився, спрацьовує запобіжний клапан.

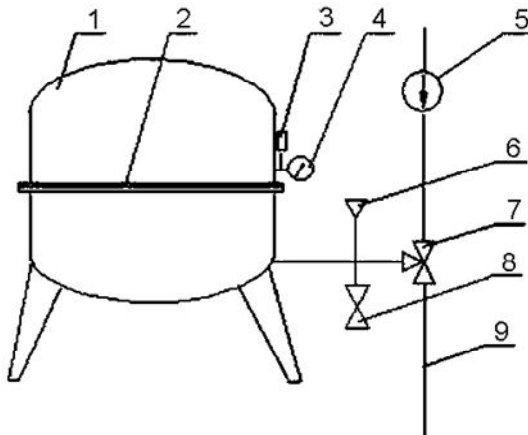


Рис. 2.1.1. Технологічна схема водопідіймної установки з гідроаккумулятором типу ВУ:

1 – гідроаккумулятор; 2 – мембрана; 3 – реле тиску; 4 – манометр;
 5 – насос; 6 – запобіжний клапан; 7 – трьохходовий вентиль;
 8 – протипожежний вентиль; 9 – трубопровід подачі води на споживача

Для ефективної роботи водонасосної установки, так як споживання води сільськогосподарських об'єктів є нерівномірним, необхідно передбачити автоматичне керування насосом. Враховуючи будову, принцип дії та властивості даної водонасосної установки, керування насосом може проводитися за тиском повітря в верхній зоні гідроаккумулятора. Структурна схема водонасосної установки з гідроаккумулятором як об'єкта автоматизації показана на рисунку 2.1.2.

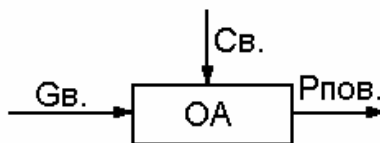


Рис. 2.1.2. Структурна схема водонасосної установки з гідроаккумулятором:

$G_{\text{в}}$ – подача води (вхідна дія); $P_{\text{пов}}$ – тиск повітря в гідроаккумуляторі (величина, що керується); $C_{\text{в}}$ – кількість води, що споживається (збурююча дія)

В “Ручному” режимі керування управління насосною установкою здійснюється переводом перемикача *SA1* в положення “Р” та нейтральне положення.

Вимикач *SA2* є вихідним елементом пристрою захисту, що реагує на максимальне підняття мембрани і забезпечує аварійне вимкнення насоса. Даний вид захисту потрібний при виході з ладу реле тиску чи його розрегулюванні. Захист силових кіл від коротких замикань та перевантажень здійснюється автоматичним вимикачем *QF*, а кіл керування – запобіжником *FU*. Контроль струмового завантаження двигуна насоса здійснюється амперметром *PA*.

Питання для самоконтролю

1. Для чого призначена водопідйомна установка з гідроакумулятором?
2. Основні складові водопідйомної установки з гідроакумулятором.
3. Принцип дії безбаштової водонасосної установки.
4. Які засоби автоматизації використовуються у водопідйомній установці з гідроакумулятором?

ТЕСТИ

1. Які засоби автоматизації використовуються у безбаштовій водонасосній установці?

- A. Електроконтактний манометр у напірному водопроводі.
- B. Електродні датчики рівня води у водонапірному баку.
- C. Реле тиску повітря у верхній частині бака.

2. В якій водонасосній установці використовуються реле тиску повітря в баку?

- A. У безбаштовій водонасосній установці.
- B. У водонасосній установці з контролем рівня води у водонапірному баку.
- C. В установці відкачування стічних вод.

3. Використовуючи принципову електричну схему безбаштової водонасосної установки, вкажіть за допомогою чого вмикається електродвигун насоса в автоматичному режимі?

- A. Перемикачем SA1.
- B. Перемикачем SA2.
- C. Реле тиску SP

4. Використовуючи принципову електричну схему безбаштової водонасосної установки, вкажіть за допомогою чого вмикається електродвигун насоса в ручному режимі?

- A. Перемикачем SA1.
- B. Реле тиску SP
- C. Перемикачем SA2.

5. Використовуючи принципову електричну схему безбаштової водонасосної установки, вкажіть, коли розмикаються контакти реле тиску SP?

- A. При максимальному споживанні води та мінімальному тиску повітря в гідроакумуляторі.
- B. При мінімальному споживанні води та максимальному тиску повітря в гідроакумуляторі.
- C. При піднятті мембрани в гідроакумуляторі.

2.1.3. Автоматизація баштових водонасосних установок

Особливістю водопостачання з використанням баштових водокачок є висока стабільність і надійність управління водопостачанням. Це пов'язано з тим, що резервуари, підняті над поверхнею землі, тобто башти, мають достатньо великий запас води.

Основними складовими баштових водонасосних установок є башти Рожновського та заглибний електронасосний агрегат. Заглибний електродвигун 1 (рис. 2.1.4) у моноблоці з багатоступінчастим насосом 2 закріплюють на водопідйомних трубах 3 і опускають у свердловину 5. Труби підвішують до плити 7, встановленої в приміщенні 11. Свердловини виконують з обсадних труб діаметром 100–450 мм. Електродвигуни виконують сухими, напівсухими і заповненими маслом або водою. Найбільш поширені електродвигуни, заповнені водою. Змазують гумометалеві або пластмасові підшипники також водою.

До електродвигуна підводять кабель 6, закріплений на водопідйомних трубах хомутами 4. Всмоктувальна частина має сітку для затримання великих домішок, що знаходяться у воді. Бак башти 12 виконують звареним з листової сталі і встановлюють на цегельну, залізобетонну чи металеву опору. До бака підводять напірно-розвідний трубопровід 10. Кінець напірної труби доводять до верхнього рівня, а відвід води з бака відбувається через зворотний клапан біля нижнього рівня. Бак з зовнішньої і внутрішньої сторони обладнують сходами 17, 18, люком 16, вентиляційним клапаном 15, датчиками рівня 14 і водозливною трубою 13, що виключає перенаповнення бака водою. На водопроводі ставлять манометр 8 і засувки 9.

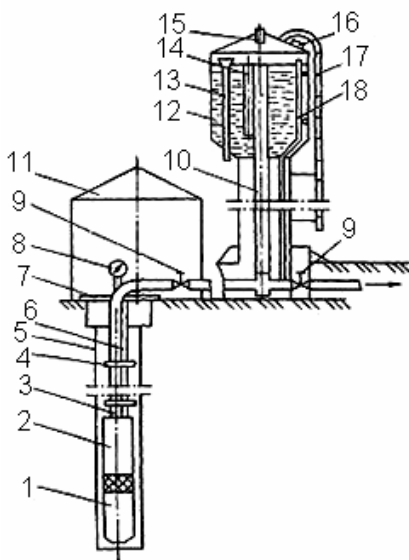


Рис. 2.1.4. Технологічна схема баштової водонасосної установки з заглибним електродвигуном:

1 – електродвигун; 2 – насос; 3 – водопідйомні труби; 4 – хомути;
5 – свердловина; 6 – кабель живлення; 7 – плита; 8 – манометр;
9 – запірна арматура; 10 – напірний трубопровід; 11 – приміщення
водокачки; 12 – башта; 13 – переливна труба; 15 – вентиляційний
клапан; 16 – люк; 17, 18 – драбини

Основним параметром управління в такій системі є рівень води в резервуарі, який контролюється електродними датчиками рівня чи тиск води в напірному трубопроводі, який контролюється електроконтактним манометром. При роботі баштової водонасосної установки з заглибним електронасосним агрегатом для агрегатів потужністю 4,5кВт і більше використовують датчики “сухого ходу”. Датчик “сухого ходу” унеможливорює роботу агрегату, коли рівень води в свердловині стає нижчим рівня його закріплення на напірному трубопроводі (приблизно 1м від верхнього краю електронасосного агрегату). Структурну схему баштової водонасосної установки як об’єкта автоматизації показано на рисунку 2.1.5.

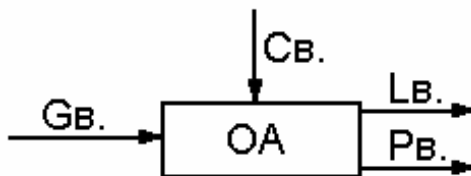


Рис. 2.1.5. Структурна схема баштової водонасосної установки:

G_v – подача води (вхідна дія); L_v – рівень води в башті чи P_v – тиск води в напірному трубопроводі (величина, що керується); C_v – кількість води, що споживається (збурююча дія)

На рисунку 2.1.6 показана принципова електрична схема керування баштовою водонасосною установкою за допомогою станції керування. Вона дозволяє в ручному й автоматичному режимах запускати і зупиняти електронасос, захищає електродвигун від перевантажень і коротких замикань за допомогою автоматичного вимикача QF , сигналізує за допомогою сигнальних ламп про включений і відключений стан насоса.

Ручне керування електронасосом здійснюють перемиканням перемикача SA в положення “Р” а відключення – перемиканням перемикача SA в положення “О”.

при повільному заповненні водою верхнього проміжку датчиків рівня. Це може відбутися внаслідок того, що струм в обмотці реле змінного струму в даному випадку може нарости повільно до значення струму спрацьовування, що у кілька разів більше його номінального струму, коли магнітопровід цього реле замкнений. Опір $R2$ вибирають таким, щоб при фазній напрузі мережі 220 В в колі електродних датчиків було безпечне значення напруги. Вода електропровідна і при значних значеннях напруги можливе ураження тварин та людей електричним струмом.

Розглянемо електричну схему автоматизованої роботи заглибного насоса з використанням датчика рівнів у баку водонапірної башти і датчика сухого ходу в свердловині біля насоса (рис. 2.1.7).

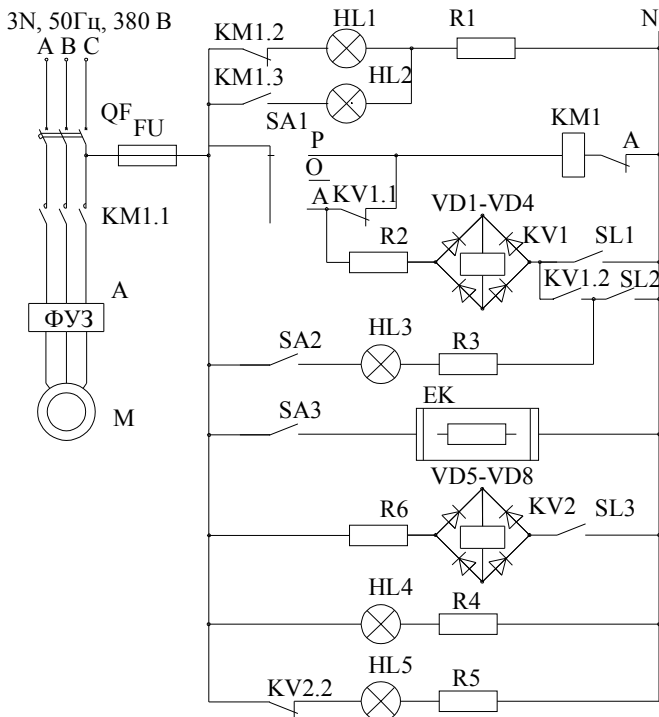


Рис. 2.1.7. Принципова електрична схема автоматизації заглибного насоса за рівнем води у водонапірній башті

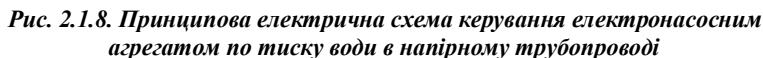
У нормальних умовах роботи заглибний насос знаходиться у воді, контакти датчика сухого ходу *SL3* замкнуті, реле *KV2* ввімкнено, його замикаючі контакти *KV2.1* у ланцюзі котушки магнітного пускача *KM* замкнуті, сигнальна лампа *HL4* сигналізує про наявність води в зоні насоса.

Режим роботи схеми задається перемикачем *SA1*. При установці його в положення *A* (автоматичне) і включенні автомата *QF* подається напруга на електричну схему керування. Якщо рівень води в напірному баку знаходиться нижче нижнього рівня, то контакти *SL1* і *SL2* у схемі розімкнуті, реле *KV1* знеструмлене і його контакти *KV1.1* у ланцюзі котушки магнітного пускача *KM* замкнуті. У цьому випадку магнітний пускач ввімкнеться і ввімкне електродвигун насоса, одночасно з цим згасне сигнальна лампа *HL1* і загориться *HL2*. Насос буде подавати воду в напірний бак. Рівень води в баку буде підніматися. Коли вода заповнить проміжок простору між електродом нижнього рівня і корпусом датчика, підключеним до нульового заземленого проводу, контакти *SL2* замкнуться, але реле *KV1* не включиться, тому що його контакти *KV1.2*, включені послідовно з контактами *SL2*, розімкнуті. Коли вода досягне електрода верхнього рівня датчика, контакти *SL1* замкнуться, реле *KV1* включиться і, розімкнувши свої контакти *KV1.1* у ланцюзі котушки магнітного пускача *KM*, відключить останній, замкнувши замикаючі контакти *KV1.2*, стане на самопідживлення через нижні контакти датчика *SL2*. Електродвигун насоса відключиться, згасне сигнальна лампа *HL2* і загориться *HL1*. Повторне включення електродвигуна насоса відбудеться при зниженні рівня води до положення, коли розімкнуться контакти *SL2* і реле *KV1* знеструмиться.

У випадку аварійного зниження рівня води в зоні заглибного насоса нижче припустимого положення, коли вода вийде з проміжку датчика сухого ходу і струм між електродом датчика сухого ходу і корпусом датчика (напірного трубопроводу) припиниться, що відповідає в електричній схемі розмиканню контактів датчика сухого ходу *SL3*, реле *KV2* знеструмиться і розімкне контакти *KV2.1* у ланцюзі котушки магнітного пускача *KM*, що відключить електродвигун заглибного насоса. Лампа *HL4* згасне, а *HL5* загориться, сигналізуючи про аварійне зниження рівня води в свердловині чи в колодязі.

Для захисту електродвигуна заглибного насоса від перевантажень використаний пристрій ФУЗ-М, що більш надійно захищає електродвигун заглибного насоса як від перевантажень, так і від неповнофазних режимів роботи. Вимикачем *SA2* можна включати

Експлуатація датчиків рівнів, встановлених у баках водонапірних башт, скрутна, особливо в зимовий період, коли потрібний їхній ремонт чи налаштування. При значних відстанях башти від станції керування економічно недоцільно монтувати лінії керування датчиків рівня та й імовірність обриву таких ліній велика.



118

регульованого напору (висоти між верхнім і нижнім рівнем води в баку) у межах від 0,5 до 1,5 м. Як датчики тиску в основному використовують електроконтактні манометри ЕКМ, що можуть забезпечити заданий режим регулювання, подаючи сигнал на включення насосного агрегату при зменшенні води в напірному бакові до нижнього встановленого рівня, що відповідає тиску включення P_1 , і подаючи сигнал на відключення при підйомі води до верхнього встановленого рівня, що відповідає тиску відключення P_2 .

Принципова електрична схема керування електронасосним агрегатом по тиску води в напірному трубопроводі зображена на рисунку 2.1.8. Згідно зі схемою за допомогою автоматичного вимикача QF подається напруга на щит керування, який також забезпечує захист електродвигуна від коротких замикань і перевантажень. Про подачу напруги на щит керування та вимкнений стан електронасоса сигналізує лампа $HL1$. Режим керування установкою встановлюється перемикачем SA .

При наявності в свердловині води в зоні заглибного насоса контакти датчика сухого ходу SL будуть замкнені, а реле $KV2$ буде тримати в замкнутому стані свої контакти $KV2.1$. При цьому коло котушки магнітного пускача KM готове до роботи. В автоматичному режимі при зменшенні тиску, коли вода з бака витрачається споживачами при відключеному насосі, рухливий стрілочний контакт манометра SP буде переміщатися до нерухомого контакту 1 , що відповідає тиску включення насоса P_1 , і при його торканні магнітний пускач KM включить електродвигун заглибного насоса і своїми замикаючими контактами $KM2$ стане на самоблокування. Про роботу насосного агрегату сигналізуватиме лампа $HL2$. При включенні електронасосного агрегату в напірному трубопроводі виникає короткочасне підвищення тиску. У цьому випадку рухливий контакт манометра SP може торкнутися контакту 2 , реле $KV1$ може короткочасно розімкнути свої контакти в ланцюзі котушки пускача KM , але пускач не відключиться, тому що живлення його котушки буде здійснюватися через контакти реле часу KT . Після розбігу електронасосного агрегату і стабілізації тиску реле часу розімкне свої контакти KT . При підйомі води в напірному баку до встановленого верхнього рівня, що відповідає тиску відключення P_2 , рухливий контакт манометра SP торкнеться контакту 2 . При цьому отримає живлення котушка реле $KV1$. Розмикаючи свої контакти $KV1.1$, відключить магнітний пускач KM електродвигуна насоса. Внаслідок розбору води рівень її в напірному бакові буде знову знижуватися,

тиск зменшиться і контакт SP знову торкнеться контакту I . Робота схеми повториться.

При ручному керуванні електронасосом перемикач SA необхідно перевести з положення “ O ” в “ P ” для ввімкнення електромагнітного пускача насоса KM .

Для погашення короточасних підвищень тиску, що діють на електроконтактний манометр SP у момент включення заглибного насоса, на відгалуженні до манометра встановлюють 1 чи 2 круглі пластинки з малими отворами, що демпфірують. Цієї мети можна досягти за допомогою вентиля, встановленого на відгалуженні до манометра, ступінь відкриття встановлюється такий, при якій не виникає кидка тиску в манометрі при включенні насоса. У цих випадках реле часу KT у схемі не потрібно.

Питання для самоконтролю

1. Для чого використовується баштова водонасосна установка?
2. З якого основного обладнання складається баштова водонасосна установка?
3. Які засоби автоматизації використовуються в баштовій водонасосній установці з контролем рівня води в баку?
4. Які засоби автоматизації використовуються в баштовій водонасосній установці з контролем тиску води в водопроводі?

ТЕСТИ

1. Використовуючи принципову електричну схему баштової водонасосної установки, вкажіть, для чого використовується датчик рівня $SL1$?

А. Для автоматичного вмикання електродвигуна насоса при заповненні бака водою.

В. Для автоматичного вмикання електродвигуна насоса при зниженні рівня води в баку.

С. Для автоматичного вимикання електродвигуна насоса при заповненні бака водою.

2. Використовуючи принципову електричну схему баштової водонасосної установки, вкажіть, для чого використовується датчик рівня SL2?

А. Для автоматичного вмикання електродвигуна насоса при заповненні бака водою.

В. Для автоматичного вимикання електродвигуна насоса при заповненні бака водою.

С. Для автоматичного вмикання електродвигуна насоса при зниженні рівня води в баку.

3. Використовуючи принципову електричну схему баштової водонасосної установки, вкажіть, які несправності виникли, якщо в автоматичному режимі не вмикається електродвигун насоса?

А. Поломка або обрив проводу в колі датчика рівня SL1

В. Обрив в колі – перемикач SA, резистор R2, діодний міст VD, котушка реле KV, датчик рівня SL1.

С. Обрив в колі – перемикач SA, контакти реле KV:1 ,

4. Використовуючи принципову електричну схему баштової водонасосної установки, вкажіть, які несправності виникли, якщо в автоматичному режимі установка вмикається дуже часто?

А. Не здійснюється двопозиційне керування із-за обриву в колі датчика SL1.

В. Не здійснюється двопозиційне керування із-за обриву в колі датчика SL2

С. Не здійснюється двопозиційне керування із- за обриву в колі розмикаючого контакту проміжного реле KV:1.

5. В яких режимах працює водонасосна установка?

А. В автоматичному і ручному.

В. В ручному.

С. В автоматичному .

6. В якому місці розміщують датчики “сухого ходу” водонасосної установки?

А. На рівні електродвигуна з насосом.

В. Вище електродвигуна з насосом.

С. У водонапірній башті.

7. Використовуючи принципову електричну схему водонасосної установки з контролем по тиску в напірному водопроводі, вкажіть, для чого використовується реле часу КТ?

А. При вимиканні в напірному трубопроводі виникає короткочасне зниження тиску, що приводить до спрацювання контакту 2 реле тиску SP, але контакти реле часу подають напругу на КМ.

В. В положенні 2 подається напруга на реле часу КТ, яке своїм контактом вимикає магнітний пускач КМ і електродвигун з насосом

С. При включенні в напірному трубопроводі виникає короткочасне підвищення тиску, що приводить до спрацювання контакту 2 реле тиску SP, але контакти реле часу подають напругу на КМ.

2.1.4. Безконтактні станції керування насосними агрегатами

Розвиток систем керування баштовими водонасосними установками вимагає впровадження ефективних та надійних засобів керування і захисту електронасосного агрегату. Так, в релейно-контактних схемах керування, для захисту електродвигуна насоса замість автоматичних вимикачів і теплових струмових реле використовують пристрої фазочутливого захисту ФУЗ.

На заміну релейно-контактним станціям керування водонасосними установками з заглибним електронасосним агрегатом використовують безконтактні станції. Вони дорожчі, але подорожчання окупається збільшенням терміну служби і надійності роботи як самої системи керування, так і електродвигуна. Серед найбільш розповсюджених це станції керування “Каскад” та “УСУЗ”.

Комплектний пристрій “Каскад” призначений для автоматичного, місцевого і дистанційного керування відцентровими заглибними електронасосними агрегатами у режимі водопідйому чи дренажу та захисту електродвигунів потужністю $1 - 200 \text{ кВт}$.

Пристрій залежно від типу шафи керування виконує такі функції:

- автоматичний пуск і зупинка електронасоса в режимі дренажу і водопідйому залежно від рівня води в свердловині чи в водонапірній башті;
- автоматичний пуск електронасоса в режимі водопідйому залежно від тиску стовпа води водонапірної башти й автоматична зупинка електронасоса в цьому режимі не більш як через 90 хв;

• автоматичне відключення електронасоса при зниженні води в свердловині нижче контрольованого значення за час, не більше 0,5 с для пристрою потужністю 4,5 кВт і вище;

• виключення автоматичного повторного запуску електронасоса після спрацювання будь-якого виду захисту;

• світлову сигналізацію з розшифровкою аварійного відключення електронасоса (крім відключення при коротких замиканнях і відключення при неповнофазному режимі);

• контроль навантаження в одній з фаз двигуна;

• можливість передачі аварійного сигналу за межі пристрою;

• самозапуск електронасоса при короткочасному зникненні і подальшій появі напруги з регульованою витримкою часу у місцевому режимі і режимі автоматичного керування за рівнем.

Принцип роботи пристрою “Каскад” досить чітко пояснює функціональна схема (рис. 2.1.9). Режим керування пристроєм “Каскад” місцевий, автоматичний чи дистанційний задається перемикачем *SA1*. При автоматичному керуванні за рівнем води у водонапірній башті управління електронасосом виконується датчиками *КВР*, *КНР* (відповідно контакти датчика верхнього і нижнього рівня) при подачі відповідного сигналу в чарунку *ЧКР*, яка видає сигнал про вмикання чи вимикання до вихідного вузла *ЧУ*. З витримкою часу (можна встановити від 2 до 30 с) спрацює реле *PI* і вмикає електромагнітний пускач *КМ*.

Для реалізації режиму “Дренаж” перемикач *SA2* встановлюють у відповідне положення (в ящиках, які не мають тумблера “Водопідйом” і “Дренаж”, ці режими можна встановити перемикачами на платі між точками 78 – 79 і 72 – 73 для режиму “Водопідйом” або між точками 72 – 78 і 73 – 79 для режиму “Дренаж”). Для режиму “Дренаж” датчики рівня встановлюють у каналі. Алгоритм керування протилежний режиму “Водопідйом” – насос вмикається при високому рівні води у каналі і вимикається при низькому.

У режим роботи за тиском пристрій “Каскад” можна перевести, замінивши чарунку *ЧКР* чарункою *ЧКТ* в ящику керування *ЯНН 5100*. Ящики модифікацій *ЯГ 5102*, *ЯЛ5102*, *ЯЛ 5101* мають окреме виконання для режимів керування за рівнем чи тиском. При керуванні за тиском води у напірному трубопроводі, якщо рівень води у водонапірній башті знижується, зменшується статичний тиск водяного стовпа у трубопроводі. При цьому *ДТВ* замикає свій контакт, а чарунка *ЧКТ* видає сигнал, що запам’ятовується, підсилюється і надходить до вихідного вузла. Вимикання насоса наступить через

певний час, що потрібний для заповнення бака водою (5; 14; 24; 33; 43; 52; 62; 71; 80; 90хв). Указані витримки часу можна встановити за допомогою перемички на роз'ємі “Час роботи насоса”. Повторне вмикання насоса здійснюється за командою реле тиску (електроконтактного манометра).

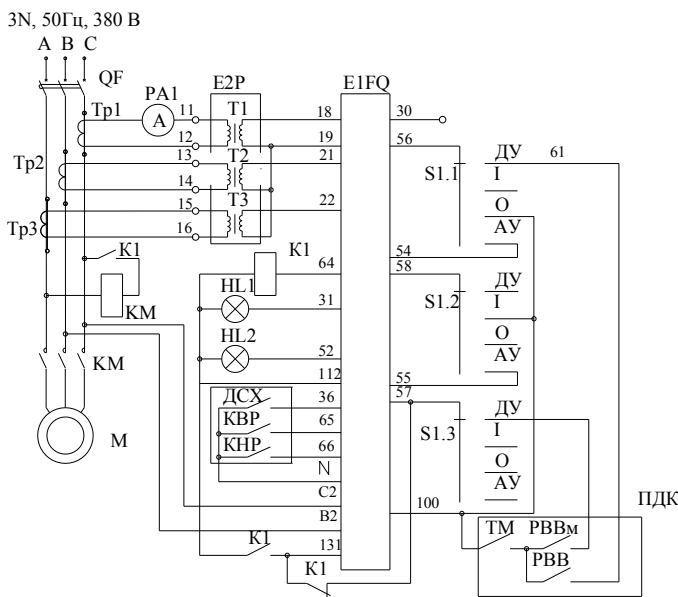


Рис. 2.1.10. Принципова електрична схема шафи керування ЯГ5102 – 347Б1У2 комплектного пристрою “Каскад”

Спеціальна чарунка ЧЗ здійснює захист електродвигуна від перевантажень та сухого ходу із світловою сигналізацією причини вимкнення – лампи “Перевантаження” та “Сухий хід”. Для електронасосних агрегатів потужністю до 4,5 кВт не передбачається контроль “сухого ходу”, а тому відсутній датчик ДСХ і сигнальна лампа “Сухий хід”. Затискач за номером 36 у цьому випадку з’єднується з нульовим N.

Принципова електрична схема шафи керування ЯГ5102 – 347Б1У2 (рисунок 2.1.10) передбачає автоматичне управління по рівню електронасосом в режимі “Водопідйом”. Також станція перед-

бачає місцеве та дистанційне керування електронасосом. Всі функції автоматичного управління, сигналізацію і захист електродвигуна від аварійних режимів виконує блок управління *EIFQ*.

При автоматичному управлінні в режимі “Водопідйом”, якщо рівень води в водонапірній башті знижується нижче встановленого рівня (контакт нижнього рівня *KHP* розімкнутий), з блока управління надійде сигнал на включення реле *K1*, яке своїм контактом включить магнітний пускач *K2*. Електронасос почне працювати. При досягненні водою верхнього рівня *KBP*, сигнал надходить на вхід блока управління, реле *K1* вимкнеться і своїми контактами вимкне пускач *K2*, електродвигун зупиниться.

Дистанційне управління забезпечується за допомогою реле виконання включення *PBB* і реле виконання вимкнення *PBB*, які в комплект поставки не входять.

Місьцеве управління виконується установкою відповідного режиму перемикачем *SI*.

Захист електронасоса від аварійних режимів виконується вузлом захисту *E2P* блока управління. Сигнал захисту електронасоса при перевантаженнях, неповнофазному режимі, коротких замиканнях в електродвигуні чи кабелі живлення формується в трансформаторах струму *T1-T3*. Захист електронасоса від перевантажень побудований зао принципом часової обернено залежної від струму характеристики, тобто чим більше струм перевантаження, тим менше струм спрацювання захисту. При перевантаженнях струм, що протікає в первинній обмотці трансформатора струму, збільшується. Відповідно збільшується величина сигналу, який знаходить на вхід блока управління. Досягнувши відповідного при налагодженні рівня спрацювання захисту, блок управління вимикає реле *K1*. При цьому пускач *K2* електронасоса вимикається. При зниженні рівня води в свердловині нижче контрольного значення (контакта *ДСХ*) спрацьовує захист від “сухого ходу”. В пристрої передбачено дублюючий захист електронасоса від перевантажень і коротких замикань, який виконаний за допомогою автоматичного вимикача *QF1*.

Універсальна станція керування і захисту "УСУЗ" призначена для автоматичного керування і захисту електродвигунів заглибних насосних агрегатів потужністю *0,4–11кВт*, у якій можуть використовуватися датчики будь-якого принципу (електродні датчики рівня, реле тиску, електроконтактний манометр).

Станція забезпечує захист електродвигуна від будь-яких перевантажень з витримкою часу, від неповнофазних режимів, від

“сухого ходу”, а також сигналізує про зниження опору ізоляції обмоток електродвигуна.

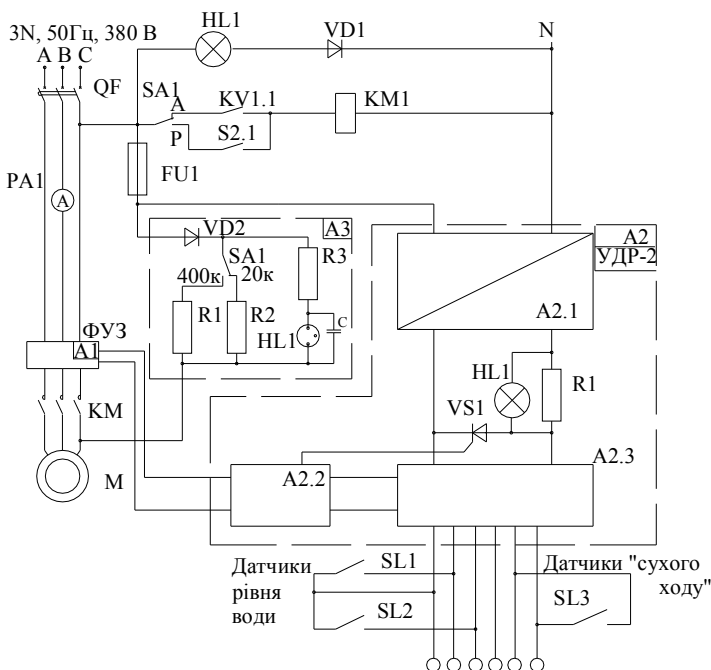


Рис. 2.1.11. Функціональна схема універсальної станції керування і захисту (УСУЗ) заглибних електронасосних агрегатів

Станція містить такі основні блоки й елементи (рис. 2.1.11.): блок *A1* – фазочутливий пристрій захисту *ФУЗ-М*; блок *A2* – універсальний двохпозиційний регулятор *УДР-2*, що складається з блоку живлення (*A2.1*), логічного елемента “АБО” (*A2.2*) і вузла керування (*A2.3*); блок *A3* – елементи контролю опору ізоляції. До одного входу блоку *A2* можуть бути приєднані електродний датчик рівня води, реле тиску, електроконтактний манометр (один з приладів), а до іншого – датчик “сухого ходу” (якщо він не встановлюється, то клемі 5-6 з’єднуються перемичкою).

При автоматичному режимі керування вмикають автоматичний вимикач *QF1*. Тумблер *SA1* ставиться в положення “А”. Команди на

вмикання і вимикання магнітного пускача *KM1* формує двохпозиційний регулятор *УДР-2* (блок *A2*) за допомогою електродних датчиків рівня *SL1*, *SL2* (реле тиску чи електроконтактного манометра).

У ручному режимі керування тумблер *SA1* ставлять у положення “*P*”, вмикають тумблер *S2*, що контактами *S2.1* вмикає котушку магнітного пускача *KM1* у мережу. При цьому захист електродвигуна не працює. У ручний режим роботи установку короткочасно може переводити електромонтер, що обслуговує її.

Станція керування може працювати при несправних чи відсутності датчиків рівня води в башті чи датчиків тиску. Для цього необхідно тумблер *SA1* встановити в режим “*A*”, тумблер *S2*, який розташований на бічній стінці шафи, – у положення “Вкл.”. При цьому забезпечуються всі захисти двигуна.

При перевантаженнях, неповнофазних режимах і коротких замиканнях виникає сигнал у блоці *A1*. Контакти вихідного реле блоку захисту спрацьовують і своїми контактами подають сигнал у блок *A2*. Двигун з визначеною витримкою часу відключається від мережі.

Контроль опору ізоляції обмоток заглибного електродвигуна здійснюється блоком *A3* у періоди, коли двигун відключений від мережі. При цьому струм протікає по ланцюзі: *L3.1* - *FUI*- *VD1* - *R1* (чи *R2*) - *SA1* - опір ізоляції двигуна -*N*. При зниженні опору ізоляції на резисторі *R1* (*R2*) зростає спадання напруги до величини запалювання неонові лампи *HL1*. Спочатку перемикачем *SA1* підключається резистор *R1*. Загоряння лампи *HL1* сигналізує про зниження опору ізоляції. Перемикач *SA1* переводиться на резистор *R2*, якщо лампа *HL1* гасне, агрегат експлуатувати допускається. При запалюванні лампи (включений *R2*) двигун необхідно ремонтувати.

Питання для самоконтролю

1. Основні об'єми автоматизації водонасосної установки із станцією керування типу “УСУЗ”.
2. Призначення блоків на функціональній схемі водонасосної установки з станцією типу “УСУЗ”.
3. Які функції виконує автоматизована водонасосна установка із станцією керування типу “Каскад”?
4. В яких режимах працює водонасосна установка зі станцією типу “Каскад”?

ТЕСТИ

1. Які переваги безконтактних станцій керування водонасосних установок?

- А. Збільшення терміну служби системи керування.
- В. Збільшення терміну служби і надійності роботи як самої системи керування, так і електродвигуна.
- С. Збільшення надійності роботи системи керування.

2. В якій водонасосній установці можливе використання електродних датчиків рівня води в баку, датчиків тиску води в напірному трубопроводі, датчика “сухого ходу”?

- А. У водонасосній установці із станцією керування типу “Каскад”.
- В. У водонасосній установці із станцією керування типу “УСУЗ”.
- С. У водонасосних установках “Каскад” і “УСУЗ” залежно від замовлення.

3. Використовуючи принципову електричну схему водонасосної установки з станцією типу “УСУЗ”, вкажіть, який блок та пристрої керування використовуються для автоматичного керування по рівню води в баку?

- А. Блок А1, магнітний пускач КМ1.
- В. Блок А2, магнітний пускач КМ1.
- С. Блок А3, магнітний пускач КМ1.

4. Використовуючи принципову електричну схему водонасосної установки з станцією типу “Каскад”, вкажіть, чим подається команда на включення електронасосного агрегату при автоматичному керуванні в режимі “Водопідйом”?

- А. Датчиком КНУ .
- В. Датчиком КВУ .
- С. Датчиками ДДВ та ДСХ .

2.1.4. Автоматизація водонасосних установок з використанням мікроконтролерів

Станція управління насосом “Каскад-К1М” призначена для автоматичного і ручного управління насосним агрегатом, а також захисту трифазного електродвигуна насоса. Застосовується в системах водопостачання з артезіанських свердловин, при підвищенні тиску і відведення стоків.

Базова комплектація “Каскад-К 1М” забезпечує наступні функції:

- автоматичний режим роботи “Водопідйом” або “Дренаж” від датчиків рівня або датчиків тиску;
- ручне управління за допомогою кнопок пуск/стоп на лицьовій панелі станції;
- контроль і індикацію робочого струму електродвигуна;
- контроль і індикацію аварійного стану (відображення коду аварії);
- оперативна настройка захисту електродвигуна;
- автоматичне скидання аварії і повторний пуск насосного агрегату з витримкою за часом.

Станція “Каскад-К1М” оснащена оригінальним приладом захисту і управління електродвигуна на основі мікропроцесора “МПЗК-50”.

Мікропроцесорний прилад захисту і контролю “МПЗК-50” призначений для автоматичного керування і захисту відцентрових заглибних електронасосних агрегатів у режимі водопідйому чи дренажу. Автоматичне керування в режимах водопідйому або дренажу виконується за сигналом від датчиків рівня або інших датчиків. Аварійне відключення електронасосного агрегату відбувається при виникненні: неприпустимих перевантажень у момент пуску і робочому режимі; обриву однієї або двох фаз; асиметрії напруги мережі живлення; холостого ходу електродвигуна; короткого замикання в колі електродвигуна; неприпустимо низького дебету води в свердловині. Застосування приладу “МПЗК-50” дозволяє крім того проводити контроль й індикацію робочого струму електродвигуна; контроль і індикацію аварійного стану.

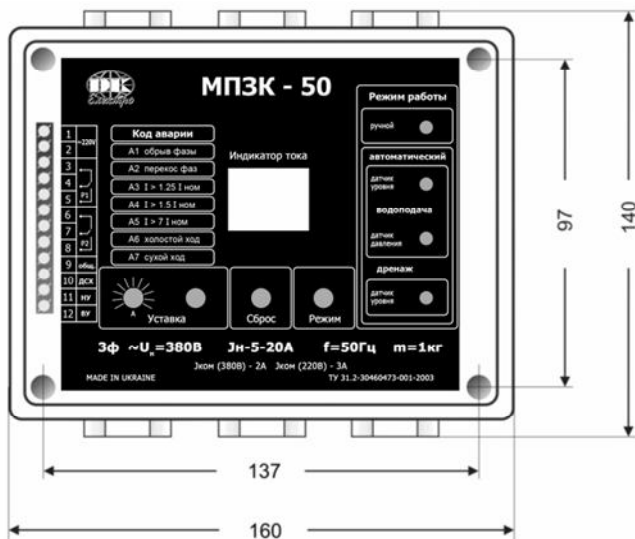


Рис. 2.1.12. Фронтальна площина приладу “МПЗК-50”

Прилад “МПЗК-50” (рис. 2.1.12) – конструктивно виконаний у технополімерному корпусі, всередині якого розміщені елементи контролю, індикації й комутації. На кришці приладу розташована лицьова панель із цифровим індикатором струму, світлодіодні індикатори режимів роботи, кнопки керування, органи настроювання.

Індикатор струму відображає: величину робочого струму або струм настроювання А; код аварійного режиму, при якому спрацював захист. Індикатор режиму роботи показує стан обраного режиму: “Ручний”; “Автоматичний – водопідйом” (датчики рівня/датчик тиску); “Автоматичний – дренаж”.

Кнопки керування: “Уставка” – переводить режим роботи індикатора струму з робочого режиму у режим настроювання параметрів захисту; “Скидання” – призначені для відключення режиму “Аварія” і відновлення режиму “Робота”. При натисканні кнопки “Скидання” раніше задані параметри режиму роботи й параметри захисту зберігаються; “Режим” – призначений для вибору необхідного режиму роботи. При кожному натисканні кнопки “Режим” відбувається зміна одного режиму на наступний. Кожному режиму відповідає свій світлодіодний індикатор.

Для оперативного аналізу причини виникнення аварії в “МПЗК-50” використовуються коди аварій. При виникненні аварії відбувається відключення кола керування електродвигуном і на індикаторі струму відображається в буквенно-цифровому вигляді код аварії:

A1 – обрив однієї з живильних фаз;

A2 – перекося фаз;

A3 – значення струму споживаного електродвигуном перевищує номінальне значення в 1,25 раза (25% – перевантаження);

A4 – значення струму споживаного електродвигуном перевищує номінальне значення в 1,5 разу (50% – перевантаження);

A5 – значення струму споживаного електродвигуном перевищує номінальне значення в три і більше рази;

A6 – холостий хід (електродвигун без навантаження);

A7 – низький дебет води в свердловині – “сухий хід”.

Схема підключень електронасосного агрегату з приладом “МПЗК-50” зображена на рисунку 2.1.13. Підготовка установки до роботи здійснюється автоматичним вимикачем *QF1*.

Робота в ручному режимі.

Натисканням кнопки “Режим” встановлюється режим роботи “Ручний”, при цьому буде світитись світлодіод “Ручний”. При обраному режимі “Ручний” керування електродвигуном здійснюється оператором від кнопкового поста *SB1* “Пуск”, *SB2* “Стоп”.

Робота в автоматичному режимі.

При виключеному електродвигуні вибрати заданий режим роботи з необхідними датчиками (при цьому буде світитися відповідний світлодіод).

В автоматичному режимі керування з датчиками рівня у випадку відсутності води в резервуарі, при подачі електроживлення відбувається автоматичне включення електродвигуна насоса шляхом замикання контактів 4–5 реле керування *PI*. При досягненні рівня води в резервуарі до датчика верхнього рівня *BP* відбувається автоматичне вимикання електродвигуна насоса шляхом розмикання контактів 4–5 реле керування *PI*. При зниженні рівня води в резервуарі нижче датчика нижнього рівня *HP* відбувається автоматичне включення електродвигуна насоса для подачі води в резервуар і цикл повторюється. Датчики *BP* і *HP* (верхнього і нижнього рівня) установлюються залежно від технічних характеристик резервуара.

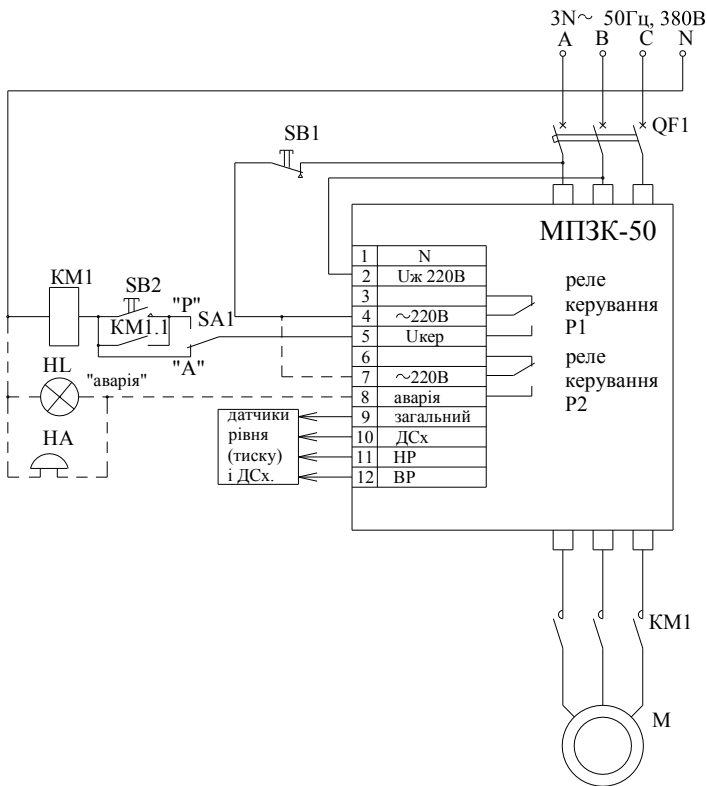


Рис. 2.1.13. Принципова електрична схема електронасосного агрегату “Каскад-К1М” з приладом “МПЗК-50”

Робота в автоматичному режимі керування з датчиками тиску здійснюється у випадку відсутності тиску стовпа води на датчик тиску. При подачі електроживлення відбувається автоматичне включення електродвигуна насоса шляхом замикання контактів 4–5 реле керування *P1*. При замиканні рухомого контакту електроконтактного манометра з контактом верхньої уставки “*ВР*” відбувається автоматичне вимикання електродвигуна насоса шляхом розмикання контактів 4–5 реле керування *P1*. При замиканні рухомого контакту електроконтактного манометра з контактом нижньої уставки “*НР*” відбувається включення електродвигуна насоса і цикл повторюється. Якщо у вихідному стані рухомий контакт “*ЕКМ*” перебуває між

контактами “ВР” і “НР”, то при подачі живлення електродвигун насоса не включиться. Включення електродвигуна насоса відбудеться по замиканню рухливого контакту з контактом датчика “НР”.

Робота в автоматичному режимі керування при дренажі з датчиками рівня прилад “МПЗК-50” необхідно установити на режим роботи “Автоматичний – дренаж”. При досягненні рівня води в каналі до датчика “ВР” відбувається автоматичне включення електродвигуна насоса. При падінні рівня води в каналі нижче датчика “НР” відбувається автоматичне вимикання електродвигуна насоса.

Захист електродвигуна глибинного насоса від неприпустимо низького рівня води в свердловині виконується датчиком “сухого ходу” – “ДСх”. Робочому стану заглибного насоса відповідає замкнутий стан датчика сухого ходу “ДСх” відносно “Загального” провідника (датчик “ДСх” перебуває під водою). Аварійному стану заглибного насоса відповідає розімкнутий стан датчика сухого ходу “ДСх” відносно “Загального” провідника (датчик “ДСх” перебуває вище рівня води). У випадку, коли датчик сухого ходу “ДСх” не використовується, необхідно встановити перемичку між виводами 9 і 10 клемного гвинтового затискача “МПЗК-50”.

При виникненні аварійної ситуації “МПЗК-50” розімкне контакти 4-5, реле керування P1, кола керування електродвигуна і на індикаторі струму зафіксує код аварії. За кодом аварії оперативно можна визначити причину відключення електродвигуна. Для поновлення роботи електродвигуна необхідно усунути причину виникнення аварії і натиснути кнопку “Скидання”.

Для дистанційного контролю роботи й аварії електродвигуна можна використати контакти реле керування P2. У робочому режимі “МПЗК-50”, контакти 6–7 замкнуті, а 7–8 – розімкнуті. При виникненні аварії розмикаються контакти 6–7 і замикаються контакти 7–8.

Пристрій для керування заглибними насосами САУ-М2 використовується в системах автоматичного підтримання рівня рідини в резервуарах, накопичувальних ємкостях, відстійниках, а також в системах автоматичного осушення.

Пристрій виконує наступні автоматичні функції:

- автоматичне заповнення резервуару до заданого рівня;
- автоматичне осушення резервуару до заданого рівня;
- захист заглибного насоса від “сухого” ходу.

Пристрій працює з різними за електропровідністю рідинами: водопровідною, забрудненою водою, молоком і харчовими продуктами (слабокислотними, лужними та ін.).

Автоматичне заповнення резервуару (бака) до заданого рівня здійснюється приладом наступним чином (рис 2.1.14). Коли рівень рідини в резервуарі (баку) доходить до нижньої відмітки, на якій встановлений довгий електрод датчика бака, резервуар автоматично заповнюється до верхнього рівня, на якому встановлений короткий електрод датчика бака.

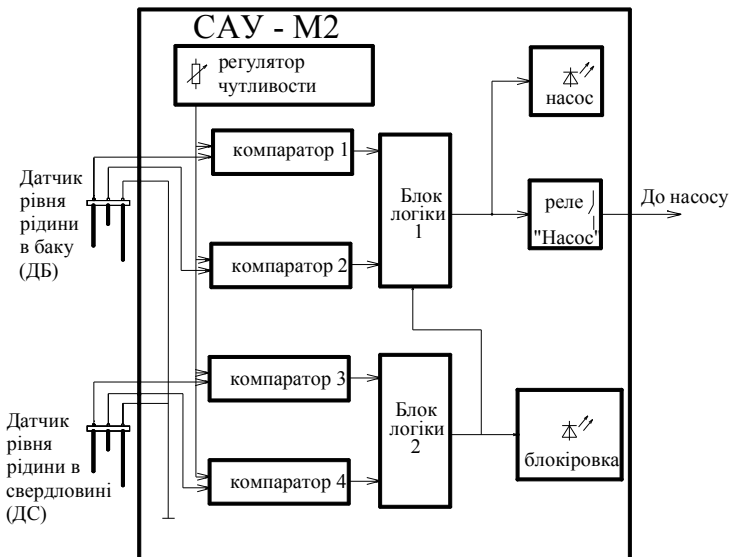


Рис. 2.1.14. Функціональна схема приладу

До входів САУ-М2 підключаються два трьохелектродні кондуктометричні датчики:

- датчик рівня рідини в баку (заповнюваної місткості);
- датчик рівня рідини в свердловині (місткості, призначеної для відбору рідини).

Компаратори 1...4 сприймають сигнал від датчиків і порівнюють значення вхідного сигналу з заданим значенням і видають (відповідно до умов блоку логіки 1) сигнал на включення або виключення реле "НАСОС", до якого підключений електропривод насоса.

Реле "НАСОС" включається при осушенні електрода нижнього рівня (тобто довгого електрода) датчика бака або вимикається при затопленні електрода верхнього рівня (тобто короткого електрода) датчика бака.

При використанні САУ-М2 для осушення резервуара до входу прилада підключається тільки один датчик – рівня рідини в свердловині (місткості, призначеної для відбору рідини). Реле “НАСОС” вимикається при осушенні довгого електрода (тобто електроду нижнього рівня) датчика.

Прилад САУ-М2 має регулятор чутливості, що дозволяє змінювати рівень опорних сигналів компараторів. Обертанням ручки регулятора на лицьовій панелі прилад легко налаштовується для роботи з різними за електропровідністю рідинами.

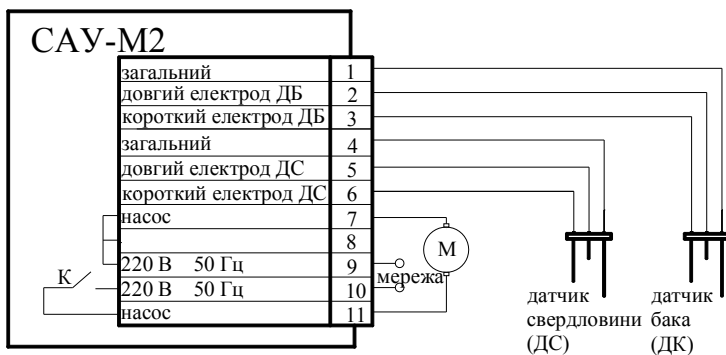


Рис. 2.1.15. Схема підключення САУ-М2 при використанні його для заповнення резервуара за допомогою заглибного насоса із захистом від “сухого” ходу (за необхідності захисту від “сухого” ходу на клеми 4,5,6 ставиться перемичка)

При осушенні довгого електрода (тобто електрода нижнього рівня) датчика свердловини реле “НАСОС” вимикається, що приводить до блокування роботи насоса. На лицьовій панелі приладу при цьому включається світло-діод “блокування”.

На лицьовій панелі приладу розташовані три світлодіодних індикатори, що сигналізують постійним свіченням про наявність живлення на приладі, включення електроприводу насоса та блокування роботи насоса при осушенні датчика рівня рідини в свердловині.

Ручка потенціометра – регулятора чутливості – служить для первинної наладки приладу залежно від електропровідних властивостей рідини.

Технічна характеристика приладу.

Номінальна напруга живлення приладу – 220 В частотою 50 Гц.

Допустимі відхилення напруги живлення від номінального значення -15...+10 %.

Кількість датчиків, що підключаються, – два 3-електродних.

Тип датчиків – кондуктометричний.

Кількість вбудованих вихідних реле – 1;

Максимально допустимий струм, комутований контактами вбудованого реле – 8 А при 220 В 50 Гц.

Напруга на електродах датчика рівня – не більше 12 В постійного струму.

Опір рідини, що викликає спрацювання датчика – не більше 500 кОм.

Тип корпусу – настінний Н.

Габаритні розміри корпусу – 130 × 105 × 65 мм.

Ступінь захисту корпусу – IP44.

Умови експлуатації приладу: температура навколишнього повітря - 1... +50 °С; атмосферний тиск – 86–106,7 кПа; відносна вологість повітря (при +35 °С) – не більш 80 %.

Питання для самоконтролю

1. Призначення приладу “МПЗК-50”.
2. Функціональні можливості станції керування з мікропроцесорним приладом “МПЗК-50”.
3. Які функції виконує пристрій САУ-М2?

ТЕСТИ

1. Використовуючи схему підключень водонасосної установки з приладом типу “МПЗК-50”, вкажіть, як забезпечити роботу станції без датчика "сухого ходу"?

- А. Замовити блок керування з вказаною функцією .
- В. Зняти датчик ДСх .
- С. Замість датчика ДСх встановити перемичку на затискачах 9–10 .

2. Для чого використовується регулятор чутливості в приладі САУ-М2?

А. Дозволяє легко налаштуватися для роботи з різними за електропровідністю рідинами.

В. Дозволяє легко налаштуватися на тиск води н напірному трубопроводі.

С. Дозволяє легко налаштуватися на величину рівня води.

2.1.5. Автоматизація перекачування стічних вод

Для відкачки стічних, дренажних і господарсько-лекальних вод використовують низьконапірні (8...95 м) високопродуктивні (16...9000 м³/год) каналізаційні електронасоси. Каналізаційні насоси мають ряд відмінних рис. Такі насоси мають незабруднююче однострилопатеve розширене робоче колесо, яке з'єднує насос з напірним трубопроводом.

Звичайно ці установки мають просту конструкцію, вони обладнані кнопковою станцією дистанційного керування електронасосним агрегатом за допомогою магнітних пускатів.

Як приклад розглянемо систему автоматичного керування двоагрегатною водовідливною насосною станцією (рис. 2.1.16). Вручну агрегати вмикають і вимикають кнопками *SB1...SB4*, а в автоматичному режимі – за допомогою електродних датчиків рівня *SL1...SL4*.

Засувки 1 і 5 з ручним приводом закривають при ремонті насосів. При роботі насосів вони відкриті. Зворотному потоку рідини через непрацюючий насос 4 та труби 3 і 7 запобігає клапан 2. Стічні води і гнійова рідина збираються в резервуар 6. В міру підвищення рівня рідини вони перемикають проміжки електродів нижнього рівня *SL1*, *SL2* і загальний електрод 8 (заземлена труба). Спочатку від датчика *SL2* вмикається один насос. Якщо приплив стічних вод більше, ніж продуктивність насоса, то рівень стоків підвищується і датчиком *SL3* вмикається другий електронасос.

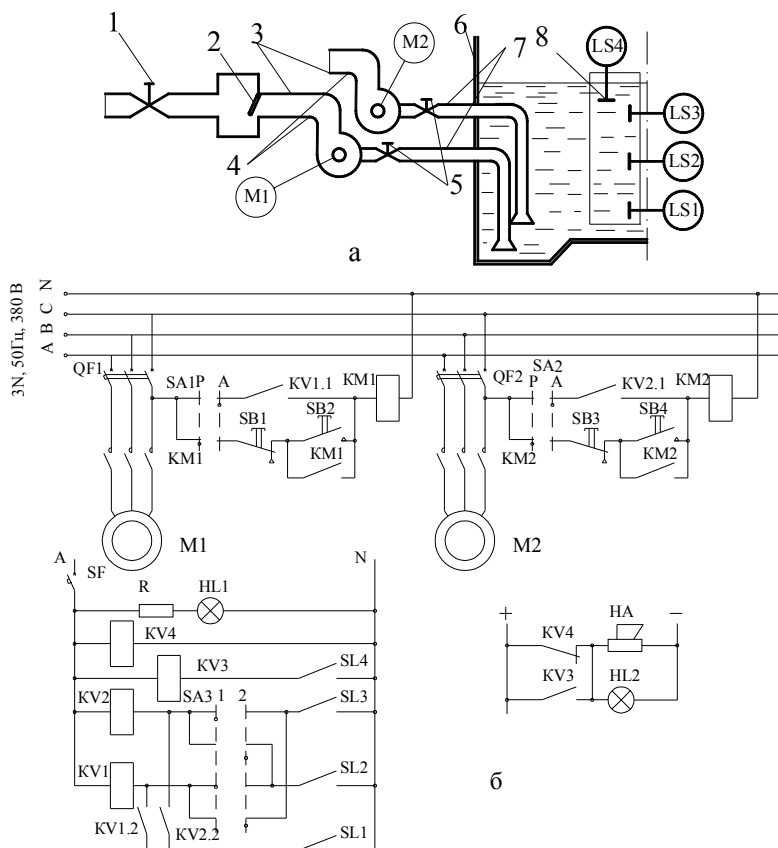


Рис. 2.1.16. Технологічна (а) і принципові електричні (б) схеми керування двоагрегатної відкачуальної насосної станції

Черговість вмикання агрегатів визначається перемикачем *SA3*. Наприклад, у положенні 1 перемикача *SA3* спочатку від датчика *SL2* спрацьовує реле *KV1*, що вмикає електродвигун *M1* першого насоса, а потім від датчика *SL3* – реле *KV2* і другий електронасос *M2*. У положенні 2 перемикача черговість вмикання насосів буде зворотною. Другими парами контактів реле *KV1* і *KV2* шунтують через датчик *SL1*, ланцюга датчиків *SL2* і *SL3*. Завдяки цьому шунтуванню відключення реле *KV1* і *KV2*, а потім і насосів при зниженні рівня стічної води

відбудеться тільки тоді, коли розімкнеться ланцюг датчика *SL1* нижнього рівня.

Якщо продуктивність двох агрегатів виявляється менше припливу стічних вод, то від підвищення рівня замикається ланцюг датчика *SL4* і спрацьовує реле *KV3*, що включає аварійно-попереджувальну звукову *HA* і світлову *HL2* сигналізації. Ця ж сигналізація спрацьовує від реле *KV4* при зникненні напруги живлення. Ланцюги аварійної сигналізації одержують живлення від незалежного джерела.

Питання для самоконтролю

1. Для чого призначена двоагрегатна водовідливна насосна станція?
2. Як технологічно працює двоагрегатна водовідливна насосна станція?

ТЕСТИ

1. Використовуючи принципову електричну схему двоагрегатної водовідливної насосної станції, вкажіть, за допомогою чого здійснюється керування в автоматичному режимі?

- A. За допомогою кнопок SB1...SB4.
- B. За допомогою електродних датчиків рівня SL1...SL4.
- C. За допомогою перемикачів SA1...SA3.

2. Використовуючи принципову електричну схему двоагрегатної водовідливної насосної станції, вкажіть за допомогою яких електродних датчиків рівня вмикається установка?

- A. За допомогою електродних датчиків рівня SL3, SL2.
- B. За допомогою електродних датчиків рівня SL1, SL2.
- C. За допомогою електродних датчиків рівня SL4, SL3.

3. В якій установці використовуються чотири електродні датчики рівня?

- A. У водонасосній установці із станцією керування типу УСУЗ.
- B. У водонасосній установці з контролем рівня води у водонапірному баку.
- C. В установці відкачування стічних вод.

2.1.6. Автоматизація зрошувальних установок

Поверхнєве зрошування – найпростіший спосіб, при якому використовуються закриті трубопроводи або відкриті канали. Вода розподіляється системою розподільних і поливних каналів та лотків, обладнаних гідравлічними регуляторами витрати.

Дощування – поширений спосіб машинного зрошування, що ефективно підвищує вологість і знижує температуру в приземному шарі повітря. Дощувальні системи добре піддаються механізації і автоматизації.

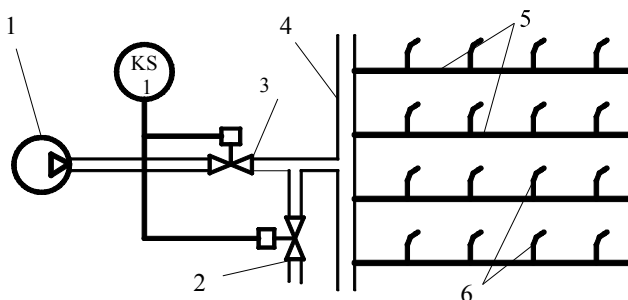


Рисунок 2.1.17. Схема автоматизації стаціонарної системи дощування:

- 1 – насосна станція; 2 – перепускний клапан; 3 – напірний клапан;
4 – магістральний напірний трубопровід; 5 – поливні трубопроводи;
6 – дощувальні апарати

Схема стаціонарної системи дощування з програмним керуванням показана на рис. 2.1.17. Система складається з насосної станції 1, магістрального напірного трубопроводу 4 і поливних трубопроводів 5 зі встановленими на них дощовими апаратами 6, кожен з яких підключений до трубопроводу через трипозиційний гидроклапан. При подачі води в напірний трубопровід відкриваються гидроклапани дощувальних апаратів першого ряду (найближчі до напірного трубопроводу). Через заданий час програмний пристрій KS1 формує короткочасний імпульс зниження тиску в напірному трубопроводі за рахунок закриття напірного клапана 2 і відкриття перепускного клапана 3. Кожен такий імпульс приводить до закриття гидроклапанів діючого ряду дощувальних апаратів і відкриття наступного.

Перевага описаної системи – відсутність необхідності в спеціальних каналах зв'язку на зрошуваній площі, недолік –

можливість зміни норми поливу тільки від одного дощувального апарата іншого в строгий послідовності.

Краплинне зрошування – найекономічніший спосіб зволоження, при якому вода подається прямо в кореневий шар невеликими дозами через спеціальні водовипускні отвори (крапельниці), встановлювані через кожні 50...100 см на зволожуючих трубопроводах. Управління системою краплинного зрошування повинне забезпечувати потрібну черговість зволоження окремих ділянок і коректувати норму поливу кожного з них. Перше завдання розв'язується за допомогою клапанів з електромагнітним приводом, керованих програмним пристроєм, друга – зміною тиску в розподільних трубопроводах, а також дозуванням часу роботи окремих секцій ділянки, що поливається.

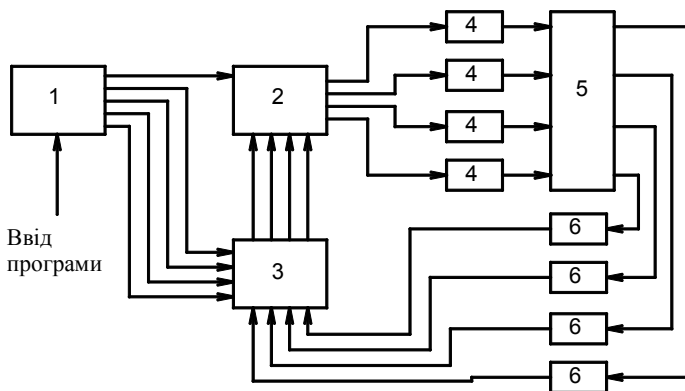


Рис. 2.1.18. Система автоматичного управління краплинним зрошуванням:

1 – блок завдань; 2 – блок елементів; 3 – логічний блок порівнянь; 5 – ґрунт; 6 – вологоміри

Система автоматичного управління краплинним зрошуванням показана на рис. 2.1.18. Програма, що визначає черговість і час зрошування ділянок, вводиться в блок завдання і відпрацювання програми 1. Сигнал дозволу поливу ділянки надходить на блок елементів 2 і логічний блок 3 порівняння, де порівнюються задане і дійсне значення вологості, вимірювані вологомірами 6. При дефіциті вологості логічним блоком 2 виконується команда на управління відповідним виконавчим механізмом 4.

Питання для самоконтролю

1. Для чого призначені зрошувальні установки?
2. Як розподіляється вода при поверхневому зрошуванні?
3. Як здійснюється полив за допомогою дощувальної установки з програмним керуванням?
4. Як здійснюється краплинне зрошування?

ТЕСТИ

1. Які пристрої використовуються при поверхневому зрошуванні ґрунту?

- А. Реле часу.
- В. Гідравлічні регулятори витрат.
- С. Електроклапан.

2. Які пристрої використовуються в стаціонарній дощувальній установці?

- А. Реле часу.
- В. Трипозиційний гідроклапан та програмний пристрій
- С. Електроклапан.

3. Черговість зволоження окремих ділянок при краплиному зволоженні здійснюється за допомогою...

- А. Клапанів з електромагнітним приводом, керованих програмним пристроєм.
- В. Гідравлічних регуляторів витрат.
- С. Реле часу.

4. Коректування норми поливу при краплиному зволоженні здійснюється...

- А. Зміною тиску в розподільних трубопроводах, а також дозуванням часу роботи окремих секцій ділянки.
- В. Зміною тиску в розподільних трубопроводах.
- С. Реле часу.

2.2. АВТОМАТИЗАЦІЯ МІКРОКЛІМАТУ В ТВАРИННИЦЬКИХ ТА ПТАХІВНИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ

2.2.1. Технологічні основи регулювання мікроклімату у тваринництві і птахівництві

Під мікрокліматом розуміють сукупність параметрів повітря – температуру, вологість, швидкість переміщення, газовий склад, – які характеризують його стан в приміщенні. Мікроклімат як сукупність умов є важливим фактором забезпечення нормального існування і продуктивності сільськогосподарських тварин та птахів. Він також впливає на стан самої споруди і технологічне обладнання.

Вплив різних факторів навколишнього середовища на організм тварини виявляється в глибоких і серйозних змінах фізіологічних процесів останнього: кровообігу, дихання, терморегуляції, газообміну і обміну речовин, що, у свою чергу, впливає на резистентність організму і, природно, на продуктивність тварин. Як свідчить досвід роботи у тваринництві та птахівництві, при утриманні тварин і птахів в нормальних умовах за параметрами мікроклімату збільшується продуктивність тварин, зберігається поголів'я і знижуються витрати кормів. Збільшення продуктивності тварин і птиці: надой молока – на 10–15%, привіси – на 7–12%, яйценосність – на 25–30%. Зберігаємість поголів'я тварин – на 5–10%, а птиці – на 20%, порівняно з утриманням без систем регулювання мікроклімату. Витрати кормів зменшуються у середньому на 15%.

Мікроклімат у тваринницьких та птахівницьких приміщеннях залежить від багатьох умов – місцевого (зонального) клімату, теплозахисних властивостей конструкцій будівлі, рівня повітрообміну, ефективності вентиляції, обігріву, стану каналізації, способів збирання і видалення гною, освітлення, а також від виду і віку тварин і птахів, особливостей їхньої фізіології й обміну речовин, щільності розміщення, типу годівлі та ін.

Систему опалення для обігріву різних видів тварин і птахів вибирають залежно від кліматичних умов, виходячи з санітарно-гігієнічних і зоотехнічних вимог, економічної доцільності, виробничих умов та інших показників. Для тваринницьких приміщень і пташників застосовують, в основному, повітряне опалення. В родильних відділеннях, профілакторіях, відділеннях для молочних телят, свинарниках-маточниках, молочних, кормоцехах і приміщеннях для обслуговуючого персоналу обладнують систем водяного чи парового опалення

від централізованої чи загальнофермської котельні. До установок повітряного обігріву відносять установки “Клімат-2”, “Клімат-3”, теплогенератори, електрокалориферні установки, тепловентилятори. Для одержання локального мікроклімату при вирощуванні телят, поросят і молодняку птахів використовують допоміжний місцевий обігрів (інфрачервоні опромінювачі, теплу підлогу).

Для зволоження та зниження температури повітря тваринницьких і птахівницьких приміщень використовують зволожувачі, що входять в склад вентиляційного обладнання або окреме обладнання зволоження.

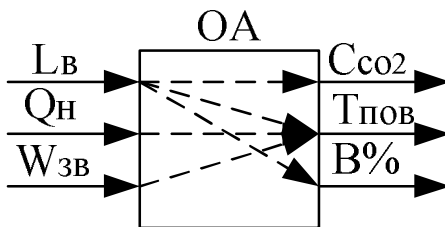


Рис. 2.2.1. Структурна схема об'єкта регулювання мікроклімату:
вхідні дії – L_v – вентиляція; Q_n – обігрів; $W_{зв}$ – зволоження; вихідні дії – C_{CO_2} – концентрація CO_2 ; $T_{пов}$ – температура повітря в приміщенні; $B\%$ – вологість повітря в приміщенні

Особливі умови по створенню мікроклімату характерні для інкубаційного та післяінкубаційного періоду в птахівництві.

Тваринницькі приміщення та пташники як об'єкт регулювання мікроклімату – це складні об'єкти, так як параметри мікроклімату тісно пов'язані між собою. Так, вентиляція впливає не лише на концентрацію газів CO_2 , NH_3 , H_2S , але і на температуру $T_{пов}$ та вологість $B\%$ повітря в приміщенні. Зволоження підвищує вологість $B\%$ та знижує температуру $T_{пов}$ повітря в приміщення. Слід враховувати, що на вихідні параметри мікроклімату повітря в приміщенні впливають також значення температури, вологості зовнішнього середовища, кількість тепловиділень від тварин тощо. На рисунку 2.2.1 зображена структурна схема об'єкта регулювання мікроклімату.

Враховуючи залежність регульованих параметрів мікроклімату, при керуванні опалювальним та вентиляційним обладнанням використовують дво-, трипозиційні релейні регулятори температури з біметалевими, манометричними датчиками та терморезисторами, рідше

безперервні та імпульсні регулятори температури. При керуванні зволоженням використовують двопозиційні регулятори вологості з гігроскопічними та гігристирними датчиками.

Автоматизація систем мікроклімату дозволяє створити й підтримувати оптимальні умови повітряного середовища у тваринницьких і птахівницьких приміщеннях. В результаті застосування автоматизації підвищується продуктивність тварин, скорочуються витрати ручної праці і зменшується витрата електричної й теплової енергій. Розрахунки показують, що використання навіть найпростіших пристроїв підтримки температурних режимів дозволяє заощаджувати до 30% електроенергії.

Визначальними параметрами, що характеризують стан внутрішнього повітряного середовища у тваринницьких і птахівничих приміщеннях і піддаються безпосередньому регулюванню, варто вважати температуру, швидкість руху, відносну вологість, і газовий склад повітря.

Особливості автоматизації систем мікроклімату. При розробці автоматичних систем мікроклімату необхідно враховувати наступні особливості.

1. Складність автоматизації мікроклімату у тваринницьких і птахівничих приміщеннях обумовлена залежністю регульованих параметрів (температура, швидкість руху, відносна вологість повітря та ін.) від зовнішніх і внутрішніх факторів і їхнім взаємозв'язком; факторів які змінюються протягом доби і тим більше в різні періоди року.

2. Розосередженість у широких межах контрольованих і регульованих параметрів як за обсягом, так і за часом.

3. Безупинний технологічний зв'язок систем мікроклімату з живими організмами, для яких характерна безперервність біологічних процесів.

4. Роботу устаткування в приміщеннях із підвищеним вмістом вологи, пилу й агресивних газів.

Система автоматичного регулювання (САР) повинна володіти мінімальною інерційністю, забезпечувати правильну послідовність роботи установок, бути надійною й стійкою у роботі, мати захист проти аварійних ситуацій, бути досить простою і економічно вигідною.

Питання для самоконтролю

1. Фактори, які впливають на мікроклімат в тваринницьких приміщеннях і пташниках.
2. Які параметри мікроклімату необхідно контролювати в тваринницьких і птахівницьких приміщеннях?
3. Які системи використовуються для підтримання мікроклімату в тваринницьких приміщеннях та пташниках?
4. Особливості автоматизації мікроклімату в тваринницьких приміщеннях та пташниках.

2.2.2. Автоматизація вентиляційних установок

Для підтримання відповідних значень температури, вологості, газового складу шляхом забезпечення потрібного повітрообміну застосовують різноманітні комплекти вентиляційного обладнання. За призначенням вентиляційні установки поділяють на припливні, витяжні та комбіновані. У витяжних системах, як правило, використовують осьові вентилятори. Типовим прикладом системи витяжної вентиляції є вентиляційне обладнання "Клімат-4", яке залежно від виконання комплектується осьовими вентиляторами типу ВО різної кількості та продуктивності. На рисунку 2.2.2 зображено схему розташування вентиляційного обладнання "Клімат-4".

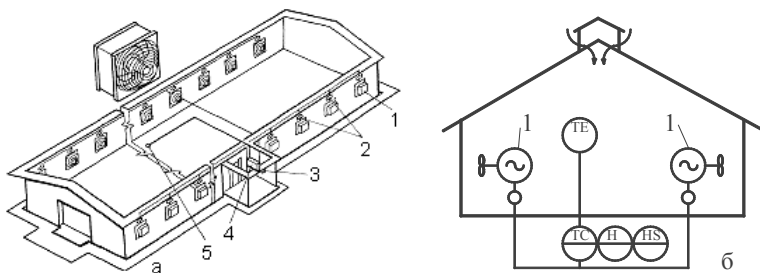


Рис. 2.2.2. Вентиляційне обладнання "Клімат-4":

- а) – схема розташування; б) – функціонально-технологічна схема;*
1 – вентилятор осьовий; 2 – автоматичні вимикачі; 3 – перемикач;
4 – щит керування; 5 – датчик температури

Станція керування вентиляцією *ШАП-5701* забезпечує:

- східчає регулювання швидкості обертання електродвигунів пропелерних вентиляторів вниз від номінальної в діапазоні 1500...250 хв⁻¹;
- регулювання швидкості обертання у функції температури повітря в приміщенні;
- автоматичний перехід на нижчу швидкість при зниженні температури повітря в приміщенні;
- автоматичний перехід на вищу швидкість при підвищенні температури повітря в приміщенні;
- автоматичний вибір кількості працюючих груп електродвигунів вентиляторів;
- автоматичне відключення однієї групи електродвигунів при зниженні температури повітря в приміщенні;
- автоматичне включення додаткової групи електродвигунів при підвищенні температури повітря в приміщенні;
- можливість встановлення температури повітря в приміщенні в діапазоні від 5 до 35 °С або в діапазоні від 0 до 40 °С;
- контроль напруги, яка подається на електродвигуни;
- ручне включення, переключення і відключення електродвигунів;
- світлову сигналізацію швидкості працюючих електровентиляторів і наявності напруги на станції керування;
- захист від коротких замикань і перевантаження.

Згідно з функціонально-технологічною схемою система автоматизації передбачає автоматичне керування вентиляційною установкою за температурою повітря в приміщенні, яка контролюється датчиком температури *ТЕ*. Залежно від температури повітря терморегулятором *ТС* формується сигнал керування електродвигунами вентиляторів. За допомогою перемикача *НС* задається режим керування електродвигунами вентиляторів. Ручне керування виконується апаратом ручної дії *Н*.

Осьові вентилятори типу *ВО* приводяться в дію спеціальними асинхронними двигунами з підвищеним ковзанням. Командними пристроями станції керування є трипозиційний регулятор температури *ПТР-3*, а безпосереднє регулювання напруги живлення електродвигунів виконується автотрансформаторами.

Комплект “Клімат-4М” здійснює витяжну вентиляцію. Він поставляється у двох варіантах – “Клімат-45М” і “Клімат-47М”, які відрізняються між собою за типом і кількістю вентиляторів.

До складу комплекту входять: група електроventилляторів типу ВО-5,6МУЗ (комплект “Клімат-45М”) або ВО-7,1МУЗ (комплект “Клімат-47М”), шафа керування ШОА9203-3474УХЛЗ або пристрій керування комплектний “Кліматика-1” типу ТСУ-2-КЛІУЗ з чотирма термоперетворювачами та ін.

Шафа керування ШОА9203-3474УХЛЗ випускається на заміну станції керування ШАП5701-ОЗА2Д і призначена для автоматичного і ручного керування електроventилляторами серії ВО обладнання “Клімат-4М”. Вона забезпечує:

- ступінчасте регулювання частоти обертання електродвигунів осьових ventилляторів вниз від номінальної в діапазоні 1: 6;
- дистанційне вмикання системи опалення при низькій температурі зовнішнього повітря і повітря в приміщенні;
- можливість задавання температури повітря в приміщенні в діапазоні 0...+40 °С;
- можливість задавання фіксованого значення температури зовнішнього повітря в діапазоні –50 °С... ...+50 °С;
- ручне вмикання, перемикання і вимикання двигунів;
- світлову сигналізацію ступенів частоти обертання двигунів, наявності напруги на шафі керування та ввімкненого стану системи опалення;
- захист від коротких замикань і перевантаження електродвигунів ventилляторів.

Шафа розрахована на роботу в електромережі трифазного змінного струму частотою 50 Гц. Номінальна напруга силового кола 380 В і кола керування 220 В. Напруги для 1, 2, 3, 4, 5 і 6 ступенів частоти обертання двигунів ventилляторів становлять 70, 90, 110, 160, 220 і 380 В. Номінальний струм силового кола 25 А.

Шафа керування ШОА9203-3474УХЛЗ складається з металевої оболонки з ступенем захисту від дії оточуючого середовища IP54, в якій встановлено: ввідний автоматичний вимикач АП50Б-ЗМТУЗ, шість електромагнітних пускачів ПМЛ210004 з приставками ПКЛ2204, три проміжних реле РПУ-0-561УХЛ4, два мікроелектронних терморегулятори-сигналізатори МЕТРС-3, автотрансформатор АТ-10, тумблер ТВ1-2В, восьмипозиційний перемикач 8П1Н2, сигнальна арматура АСЛ12У2 та цифровий індикатор ИН18. Шафа поставляється у складеному стані разом з блоками датчиків. Датчиками служать термоперетворювачі ТСМ-6114 (термометр опору мідний).

Принципова електрична схема станції керування ШОА-9203 комплекту вентиляційного обладнання “Клімат-4М” показана на рисунку 2.2.3.

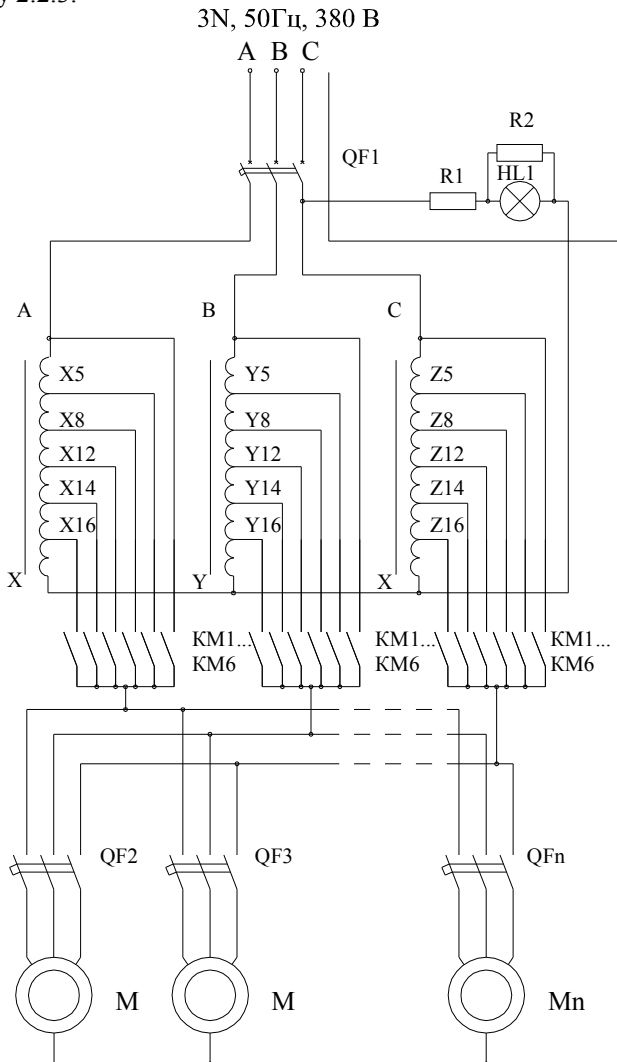


Рис. 2.2.3.а. Електрична схема силових кіл вентиляційної установки “Клімат-4М”

температури повітря в приміщенні, яке необхідно підтримувати. Температура повітря в приміщенні контролюється термоперетворювачами ВК2.....ВК5, які встановлені в контрольних точках приміщення і визначають її інтегроване за чотирма точками значення.

При температурі зовнішнього повітря нижче фіксованого значення на величину, більшу від зони нечутливості терморегулятор *A1*, замкнеться його замикаючий *A1.1* і розімкнеться розмикаючий *A1.2* контакти. Замиканням контакту *A1.1* підготується до роботи коло котушки електромагнітного пускача *KM1*, а розмиканням контакту *A1.2* усунеться можливість одночасного замикання кіл котушок електромагнітних пускачів *KM1* і *KM.3*. Якщо в цей час температура повітря в приміщенні нижча заданої на величину, більшу від зони нечутливості терморегулятора *A2*, то його замикаючий контакт *A2.1* також замкнеться, а розмикаючий контакт *A2.2* розімкнеться. Замиканням контакту *A2.1* буде подано живлення на котушку проміжного реле *KV1*, а розмиканням контакту *A2.2* усувається можливість одночасного вмикання проміжних реле *KV1* і *KV2*.

Отримавши живлення, реле *KV1* спрацює і замкне свої замикаючі контакти *KV1.1*, *KV1.2*, *KV1.3*. Замиканням контакту *KV1.1* буде подана напруга на котушку пускача *KM1*. Пускач *KM1* спрацює і своїми головними замикаючими контактами приєднає обмотки статорів електродвигунів *M1* ...*Mn* до відпайок *X16*, *Y16* і *Z16* автотрансформатора *TV*. На обмотки статорів буде подана напруга 70 В, що відповідає першому ступеню частоти обертання двигунів. Одночасно з головними контактами замкнуться замикаючі і розімкнеться розмикаючий допоміжні контакти пускача *KM1*. Один замикаючий контакт ввімкне цифровий індикатор *HG*, на якому загориться цифра “1”, другий подасть команду на дистанційне вмикання системи опалення. При вмиканні опалення замкнеться зовнішній контакт із системи керування опаленням і ввімкне сигнальну лампу *HL2* яка сигналізуватиме про те, що опалення ввімкнено. Розмиканням розмикаючого контакту не допускається одночасне вмикання пускачів *KM1* і *KM2*.

Якщо при температурі зовнішнього повітря, нижчій від фіксованого значення, температура повітря в приміщенні підвищиться і буде дорівнювати заданій, розімкнеться замикаючий *A2.1* і замкнеться розмикаючий *A2.2* контакти терморегулятора *A2*. При цьому котушка реле *KV1* втратить, а котушка реле *KV2* одержить живлення. Реле *KV1* повернеться у вихідне положення і розімкне свої контакти *KV1.1*, *KV1.2*, *KV1.3*, а реле *KV2* спрацює і замкне свої

контакти *KV2.1*, *KV2.2*, *KV2.3*. Замиканням контакту *KV2.1* так само, як і в попередньому випадку, буде подана напруга на котушку пускача *KM1* і ввімкнеться перший ступінь частоти обертання вентиляторів. Коли температура повітря в приміщенні перевищить задану на величину, більшу від зони нечутливості терморегулятора *A2*, замкнеться його замикаючий *A2.3* і розімкнеться розмикаючий *A2.4* контакти. Замиканням контакту *A2.3* буде подана напруга на котушку проміжного реле *KV3*. Воно спрацює і замкне свої контакти *KV3.1*, *KV3.2*, *KV3.3*. Розмиканням контакту *A2.4* позбавиться живлення проміжне реле *KV2* і його контакти *KV2.1*, *KV2.2*, *KV2.3* розімкнуться. При розмиканні контакту *KV2.1* втратить живлення котушка пускача *KM1* і він повернеться у вихідне положення. Його головні контакти розімкнуться і від'єднають обмотки статорів двигунів *M1...Mn* від відпайок *X16*, *Y16*, *Z16* автотрансформатора *TV*. Одночасно з головними контактами пускача *KM1* розімкнуться його замикаючі і замкнеться розмикаючий допоміжні контакти. Розмиканням одного замикаючого контакту вимкнеться цифровий індикатор *HG* і на ньому погасне цифра "1", а розмиканням другого розмикаючого контакту буде подана команда на дистанційне вимикання системи опалення. При замиканні допоміжного розмикаючого контакту пускача *KM1* через замкнений контакт *KV3.1* одержить живлення котушка пускача *KM2*. Пускач *KM2* спрацює і своїми головними контактами приєднає обмотки статорів двигунів *M1...Mn* до відпайок *X14*, *Y14*, *Z14* автотрансформатора *TV*. На обмотки статорів буде подана напруга 90 В, що відповідає другому ступеню частоти обертання двигунів. Допоміжний замикаючий контакт пускача *KM2* ввімкне цифровий індикатор *HG*, на якому загориться цифра "2".

В усіх інших випадках установка працює аналогічно. Якщо температура зовнішнього повітря дорівнює фіксованому значенню, а температура повітря в приміщенні нижча, дорівнює заданій або вища від неї, обмотки статорів двигунів приєднуються відповідно до відпайок *X14*, *Y14*, *Z14*, *X12*, *Y12*, *Z12* або *X8*, *Y8*, *Z8*. На обмотки подається напруга відповідно 90, 110 або 160 В, що відповідає другому, третьому або четвертому ступеню частоти обертання двигунів. При температурі зовнішнього повітря вище фіксованого значення і температурі повітря в приміщенні нижче, однакової з заданою або вище заданої обмотки статорів двигунів приєднуються відповідно до відпайок *X8*, *Y8*, *Z8* або до затискачів *A*, *B*, *C* автотрансформатора. На обмотки подається напруга відповідно 160,

220 або 380 В, що відповідає четвертому, п'ятому або шостому ступеням частоти обертання двигунів.

Для ручного керування вентиляційною установкою тумблер *SA1* ставлять в положення *P* (ручний режим роботи), а перемикач *SA2* – в одне з восьми положень, що відповідають шести ступеням частоти обертання електродвигунів (6, 7 і 8 положення перемикача *SA2* об'єднані в одне). При встановленні перемикача *SA2* в положення, що відповідає необхідному ступеню частоти обертання електродвигунів, вмикається відповідний електромагнітний пускач, який своїми головними замикаючими контактами приєднує обмотки статорів двигунів до відповідних відпайок або до затискачів *A*, *B*, *C* автотрансформатора *TV*, а допоміжним замикаючим контактом вмикає цифровий індикатор *HG*, на якому загоряється цифра, що відповідає номеру ступеня частоти обертання. На першому ступені частоти обертання другий допоміжний замикаючий контакт пускача *KM1* подає команду на дистанційне вмикання системи опалення, про ввімкнений стан якої сигналізує лампа *HL2*. Терморегулятори *A1* і *A2* в ручному режимі роботи вимкнені.

Кожний з електродвигунів *M1*, *M2*, ..., *Mn* захищається від перевантаження і короткого замикання відповідно автоматичним вимикачем *QF2*, *QF3*, ... , *QFm* з тепловим і електромагнітним розчіплювачами струму. Шафа керування в цілому захищається автоматичним вимикачем *QF1* з тепловим і електромагнітним розчіплювачами, а кола керування – плавким запобіжником *FU*. Про включений стан шафи сигналізує лампа *HL1*.

Питання для самоконтролю

1. Об'єми автоматизації вентиляційною установкою із станцією керування ШАП–5701.
2. Об'єми автоматизації вентиляційною установкою із станцією керування ШОА-9203.
3. Для чого використовуються терморегулятори в вентиляційних установках мікроклімату?
4. Де розміщуються датчики температури у вентиляційних установках?

ТЕСТИ

1. Які засоби автоматизації використовуються у вентиляційній установці із станцією керування ШОА-9203.

А. Два терморегулятори, які знаходяться у приміщенні та електроконтактний датчик температури, що встановлений на нагрівних елементах.

В. Датчики температури, які знаходяться в приміщенні; терморегулятори, які знаходяться в шафі керування.

С. Датчики температури, які знаходяться в приміщенні і зовні приміщення; терморегулятори, які знаходяться в шафі керування.

2.2.3. Автоматизація тиристорних станцій керування вентиляційними установками

Безперервне регулювання частоти обертання вентиляторів залежно від температури повітря в приміщенні реалізується тиристорними станціями керування *ТСУ-2-КЛУЗ* та *МК-ВАНЗ*. Блок-схема станції керування *МК-ВАНЗ* зображена на рисунку 2.2.4. Уставка температури задається за датчиком *ЗДТ*. Контроль температури повітря в приміщенні виконується датчиком *РК*, який подає сигнал на міст порівняння *МП*. Із *МП* через підсилювач-демодулятор *ПД* сигнал потрапляє на вузол зміщення *ВЗ*. Він містить резистори, на які діють задатчики: базової напруги *ЗБН*, диференціала на допустиме зниження температури *ЗД*, мінімальної напруги *ЗМН*, яку можна подавати на статор електродвигуна. Із вузла зміщення *ВЗ* сигнал надходить на систему імпульсно-фазового управління тиристорами *СІФУ*. Цей сигнал коригує інший сигнал, який надходить від блока живлення *БЖ* до блока тиристорів кожної із фаз *БТ*.

Автоматизація мікроклімату установкою “Кліматика-1”. Кількість вентиляторів у комплекті установки залежить від розрахункової подачі повітря і може коливатися від 6 до 24. Крім вентиляторів, до комплекту входять автоматичні вимикачі для кожного вентилятора та станція керування *ТСУ-2-КЛУЗ*.

Станція керування забезпечує плавне регулювання частоти обертання асинхронних електродвигунів витяжних вентиляторів з метою автоматичного підтримання температури повітря у виробничих сільськогосподарських приміщеннях. Номінальний струм станції – 63 А, діапазон регулювання вихідної напруги – 6:1, відхилення

температури від заданого значення, що викликає зміну вихідної напруги від мінімального до найбільшого значення, дорівнює 4 °С. Система керування споживає не більш ніж 40 Вт.

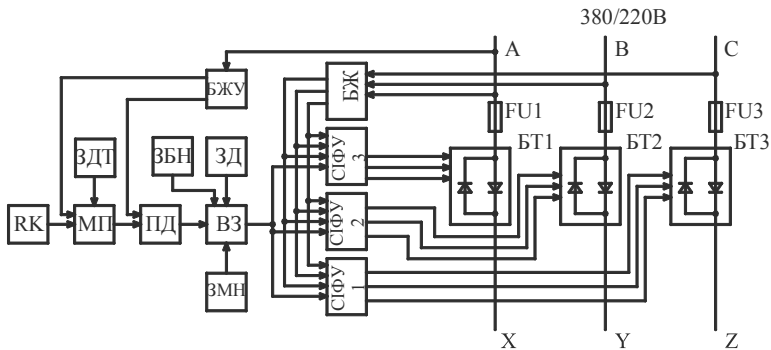


Рис. 2.2.4. Блок-схема станції керування МК-BAU3

Пристрій ТСУ-2-КЛУЗ (“Кліматика-1”) – це тиристорний регулятор напруги з цифровою системою керування на інтегральних мікросхемах, який забезпечує плавну зміну вихідної напруги за принципом фазового регулювання залежно від значення температури повітря в приміщенні. Передбачено ручний та автоматичний режими керування. Пристрій складається з двох шаф: блока регулятора, до якого входить силовий блок та блок керування, і блока перемикача. Останній виконує функції обвідного пристрою, а також захисту пристрою від коротких замикань. При положенні перемикача режиму роботи “Н” – некерований режим напруга подається на електро-двигуни, обминаючи пристрій регулювання. У положенні “Р” – регульований режим – двигуни одержують живлення з блока тиристорів.

Блок регулятора конструктивно виконаний у вигляді шафи одностороннього обслуговування. Особливістю конструкції шафи є те, що силові тиристири змонтовані на одному груповому охолоджувачі з застосуванням спеціальних діелектричних прокладок з високою теплопровідністю.

У силовому блоці встановлені шість силових тиристорів, захисні RC – ланцюжки, трансформатори системи керування, вузол захисту від перенапруги. Блок керування складається з двох друкованих плат та панелі керування (рис 2.2.5.). На панелі керування розміщені основні органи керування та сигналізації: резистор та блок

перемикачів діапазонів “Установка температури”; блок перемикачів “Датчики” та “Ручне”, положення “1”, “2” якого відповідають кількості під’єднаних термоперетворювачів (датчиків) в автоматичному режимі роботи, а положення “Ручне” – ручному режиму роботи пристрою; резистор “Мінімальна напруга”, резистор та лампа “Аварійне відхилення температури”, резистор “Ручне керування”.

Датчиками температури є термоперетворювачі типу *TSM* (до 2 шт.), що ввімкнені паралельно і розподілені по довжині приміщення. Функціональна схема пристрою наведена на рис. 2.2.5, де прийняті такі позначення: *БР* – блок регулятора, *БП* – блок перемикача, *ТП* – термоперетворювачі, *БС* – блок силовий, *БК* – блок керування, *ІП* – імпульсна плата, *СРС* – система регулювання та сигналізації, *СІФУ* – система імпульсно-фазового керування, *ПП* – підсилювач імпульсів.

Силовий блок складається з трьох пар тиристорів типу Т123-250-9-41, що ввімкнені зустрічно-паралельно. Для захисту тиристорів від перенапруг мережі та комутаційних перенапруг у силовому блоці є спеціальний вузол захисту, що складається з RC-кіл та варисторів. Тут же встановлений трансформатор живлення системи керування та синхронізації імпульсів керування з фазами мережі живлення.

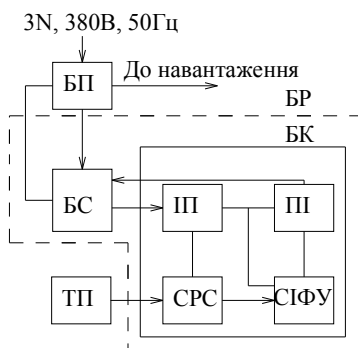


Рис. 2.2.5. Функціональна схема пристрою “Кліматика”

Модернізована тиристорна станція керування типу ТСУ-КЛІУЗ призначена для роботи в системі “Клімат-4М” і виконує ті самі функції. Основна її відмінність – застосування в системі керування мікро-ЕОМ, що відносить дану станцію до продукції особливої складності. Пристрій забезпечує чотири режими роботи: ручний, програмування, автоматичний та “Обвід”.

У ручному режимі ступені частоти обертання задає оператор.

У режимі програмування здійснюється ввід у постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗУ) даних настроювання, які визначають роботу в автоматичному режимі.

В автоматичному режимі виконується регулювання частоти обертання електровентиляторів у функції температури повітря в приміщенні.

У режимі “Обвід” здійснюється вимикання силового блока тиристорів та панелі керування, а під'єднання навантаження до мережі виконується через автоматичні вимикачі. Пристрій у режимі програмного керування може здійснювати зміну заданої температури в приміщенні до 90 діб, що забезпечує температурний режим протягом циклу вирощування молодняка, коли відповідно до його росту температура утримання зменшується.

Силовий блок, що складається з шести тиристорів, аналогічний пристрою ТСУ-2КЛ. Панель керування включає однокристальну мікро-ЕОМ і виконує функції формування імпульсів керування тиристорами та виконав.

Системи вентиляції, опалювання, освітлення птахівничих і тваринницьких господарств нормально функціонують тільки при ефективному регулюванні. Установки регулювання мікроклімату і освітлення виробництва ТСУ-3КЛ, ТСУ-4КЛ забезпечують паралельне функціонування всього устаткування з оптимальним результатом.

Станція управління ТСУ-4КЛ призначена для плавного регулювання швидкості обертання асинхронних електродвигунів витяжних вентиляторів (типа ВО-7.1) з метою автоматичної підтримки заданої температури повітря у виробничих і сільськогосподарських приміщеннях (рис. 2.2.6).

Це тиристорний регулятор з мікропроцесорною системою управління, що забезпечує плавну зміну вихідної напруги за принципом фазного регулювання залежно від значення температури повітря. Крім плавного регулювання швидкості обертання асинхронних двигунів витяжних вентиляторів, в ТСУ-4КЛ передбачена можливість управління трьома групами додаткових вентиляторів (типу ВО-12.5) як в ручному, так і в автоматичному режимах.

У ТСУ-4КЛ передбачені наступні можливості:

- автоматичний, ручний режими роботи і режим обвід (вентилятори безпосередньо підключені до мережі);
- управління припливними клапанами в ручному режимі і автоматичному (при наявності сервопривода із зворотним зв'язком);

- управління теплогенератором;
- можливість підключення трьох датчиків (один зовнішній або датчик вологості);
- декілька типів вимірювання температури;
- декілька типів індикації параметрів;
- установка режимів “ЗИМА”, “ЛІТО”;
- установка режиму “ЦИКЛ”;
- установка режиму “КАЛЕНДАР”;
- підключення зовнішньої аварійної сигналізації;
- захист від обриву і неправильного чергування фаз живлячої мережі;
- автоматичне скидання аварії при короткочасних провалах живлячої мережі або з інших причин.

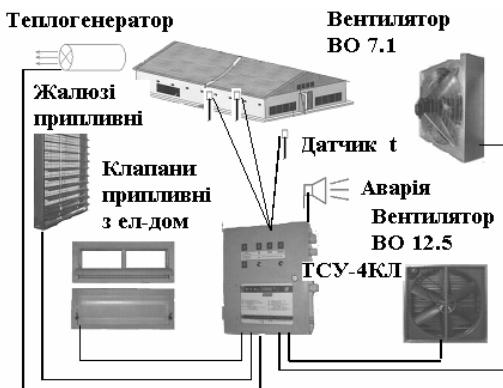


Рис. 2.2.6. Схема підключення пристроїв до станції керування ТСУ-4КЛ

Технічна характеристика ТСУ-4КЛ.

Номінальна напруга силового ланцюга – 380В.

Допустиме відхилення номінального значення вхідної напруги від –10 до + 10%.

Номінальний струм – 40А.

Номінальна частота силового ланцюга – 50 Гц.

Діапазон регулювання вихідної напруги – не менше 6:1.

Потужність споживана системою управління – не більш 40 Вт.

Коефіцієнт корисної дії – не менше 98%

Ступінь захисту – ІР54

Габарити блоку регулятора: ширина – 240 мм, довжина – 400 мм.

Пристрій призначений для роботи в умовах: температура повітря при експлуатації – від 10°C до плюс 40°C; відносна вологість повітря 80 % при 20 °C.

Питання для самоконтролю

1. Які функції виконує автоматизована система управління блок-схеми станції керування МК-ВАУЗ?
2. Які функції виконує автоматизована система управління станції керування ТСУ-2-КЛУЗ?
3. З яких блоків складається вентиляційна установка із станцією керування МК-ВАУЗ?
4. З яких блоків та обладнання складається вентиляційна установка із станцією керування ТСУ-2-КЛУЗ?
5. Які функції виконує автоматизована система управління станції керування ТСУ-4-КЛ?
6. Якими пристроями здійснюється керування станції ТСУ-4-КЛ?

ТЕСТИ

1. Які режими має автоматизована система управління модернізована тиристорна станції керування ТСУ-2-КЛУЗ?

- А. Забезпечує режими роботи: ручний, програмування.
- В. Забезпечує режими роботи: автоматичний та “Обвід”.
- С. Забезпечує чотири режими роботи: ручний, програмування, автоматичний та “Обвід”.

2. За допомогою якого пристрою сприймається температура в системі управління блок-схеми станції керування МК-ВАУЗ?

- А. За допомогою датчика температури.
- В. За допомогою терморегулятора.
- С. За допомогою реле температури.

3. За допомогою якого пристрою сприймається температура в системі управління станції керування ТСУ-2-КЛУЗ?

- А. За допомогою реле температури.
- В. За допомогою двох датчиків температури.
- С. За допомогою терморегулятора.

2.2.4. Автоматизація установок припливної вентиляції

В системах припливної вентиляції, як правило, використовують відцентрові вентилятори що забезпечують подачу свіжого повітря в зону розміщення тварин чи птахів.

При використанні для приводу вентиляторів асинхронних електродвигунів основного виконання, керування виконують за схемою прямого пуску електродвигуна. В автоматичному режимі керування виконують двопозиційними регуляторами температури.

При використанні для приводу вентиляторів багатшвидкісних асинхронних електродвигунів передбачається можливість ступінчастого керування продуктивності вентилятора за рахунок зміни частоти обертання.

На рисунку 2.2.7 показано принципову електричну схему керування двошвидкісним електродвигуном вентиляційної установки з ступінчастим керуванням швидкості обертання в діапазоні 2:1 шляхом зміни числа пар полюсів. Схема передбачає “*Ручний*” та “*Автоматичний*” режими керування роботою вентилятора, які задаються перемикачем *SAL*.

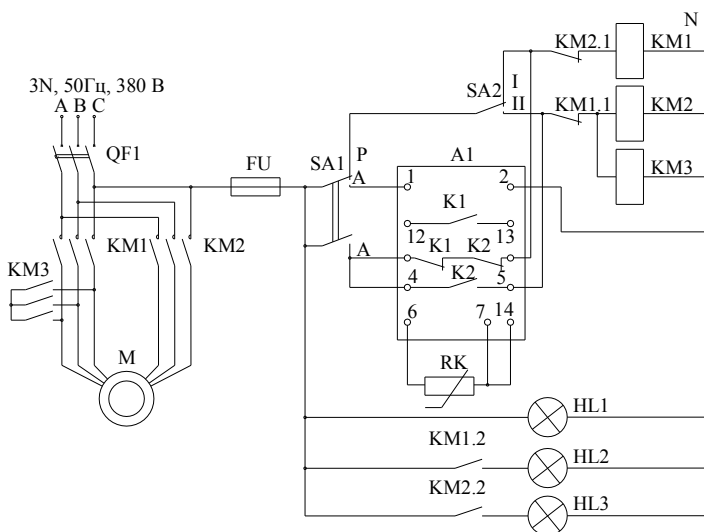


Рис. 2.2.7. Принципова електрична схема керування двошвидкісним електродвигуном вентиляційної установки

В “Автоматичному” режимі керування управління вентилятором виконується залежно від температури повітря в приміщенні, яка контролюється датчиком *RK* трипозиційного терморегулятора *A1*.

Так, коли температура повітря в приміщенні нижче уставки спрацювання *A1*, контакти його вихідного реле *K1* спрацюють. Замикаючий контакт *K1* в схемі не задіяний, тому обидва електромагнітних пускачі будуть обезживлені.

Коли температура повітря в приміщенні відповідатиме уставці *A1*, контакти вихідних реле *K1* і *K2* будуть знаходитися у вихідному стані. Через розмикаючі контакти *K1* і *K2* отримає живлення котушка магнітного пускача *KM1*. Контакти *KM1* у силових колах забезпечують ввімкнення вентилятора на першій ступені частоти обертання (схема з’єднання обмоток Δ). Допоміжний контакт *KM1.1* забезпечує неможливість ввімкнення електромагнітного пускача *KM2* при роботі *KM1*, а контакт *KM1.2* ввімкне сигнальну лампу *HL2*.

Коли температура повітря в приміщенні буде вищою, ніж уставка *A1*, контакти його вихідного реле *K2* спрацюють – розмикаючий розімкнеться, а замикаючий замкнеться. Через замикаючий контакт *K2* отримають живлення котушки електромагнітних пускачів *KM2*, *KM3*. Контакти *KM2*, *KM3* у силових колах забезпечують ввімкнення вентилятора на другий ступінь частоти обертання (схема з’єднання обмоток YY). Допоміжний контакт *KM2.1* забезпечує неможливість ввімкнення електромагнітного пускача *KM1* при роботі *KM2*, а контакт *KM2.2* ввімкне сигнальну лампу *HL3*.

В “Ручному” режимі керування переключення ступенів частоти обертання електровентилятора забезпечується за допомогою перемикача *SA2*. Підготовка кіл до роботи та захист електродвигуна вентилятора від струмів короткого замикання здійснюється за допомогою автоматичного вимикача *QF1*. Захист кіл керування при виникненні в них коротких замикань здійснюється запобіжником *FU1*. Сигналізація про подачу напруги на щит керування, роботу на *I* чи *II* ступені частоти обертання вентилятора здійснюється відповідно сигнальними лампами *HL1*, *HL2*, *HL3*.

Питання для самоконтролю

1. Вкажіть призначення та принцип дії припливних вентиляційних установок.
2. Принципи автоматизації припливних вентиляційних установок.

ТЕСТИ

1. Використовуючи принципову електричну схему керування двошвидкісним електродвигуном припливної вентиляційної установки, вкажіть, на якій швидкості буде працювати вентилятор, якщо температура повітря в приміщенні відповідатиме уставці терморегулятора?

А. Мінімальна швидкість обертання електродвигуна вентилятора.

В. Електродвигун вентилятора не працюватиме.

С. Максимальна швидкість обертання електродвигуна вентилятора.

2.2.5. Автоматизація мікроклімату комбінованими системами вентиляції

Прикладом комбінованих систем вентиляції є комплекти обладнання “Клімат-2”, “Клімат-3”, припливно-витяжні вентиляційні установки ПВУ-4М. Комплекти “Клімат-2”, “Клімат-3” призначені для створення необхідних температурно-вологісних умов в тваринницьких і птахівницьких приміщеннях з системою повітряного обігріву за допомогою опалювально-вентиляційних агрегатів з водяними (паровими) калориферами.

Система управління комплекту “Клімат-2” виконує такі функції:

- підтримання заданої температури повітря у пташниках в холодний період шляхом зміни кратності повітрообміну, за рахунок автоматичної трипозиційної зміни частоти обертання витяжних, а також ручного регулювання припливних вентиляторів;

- автоматичного підвищення відносної вологості повітря в приміщенні, вмикаючи зволожуючі пристрої – УВ-60;

- автоматичного регулювання температури повітря в приміщенні в теплий період року за рахунок зміни кратності повітрообміну за допомогою ступеневої зміни частоти обертання електровентиляторів;

- перехід з одного режиму на інший залежно від температури зовнішнього повітря;

- автоматичного захисту калорифера від заморожування при зміні температури води в тепломережі;

- автоматичного відключення вентиляторів при аварійному зниженні температури повітря;

- захист від короткого замикання, перевантаження, сигналізації про наявність напруги на станції керування.

Система керування “Клімат-3” (рис. 2.2.8) порівняно із “Клімат-2” має відмінності, що належать до холодного режиму:

- автоматичне регулювання температури повітря в пташнику за рахунок зміни подачі теплоти калориферів шляхом регулювання кількості теплоносія;

- автоматичне зниження відносної вологості повітря в пташнику (осушення повітря) зміною подачі вентиляторів;

- автоматичний захист калориферів від заморожування;

- при порушенні температури води в мережі шляхом подачі сигналу на їх прогрівання відкриттям регулюючого клапана.

Наявність в обладнанні “Клімат-3” двох клапанів з моторним виконавчим механізмом ПР-1М дозволяє регулювати критичну температуру повітря (за рахунок зміни тепловіддачі на калорифери) і відповідно температуру в пташнику.

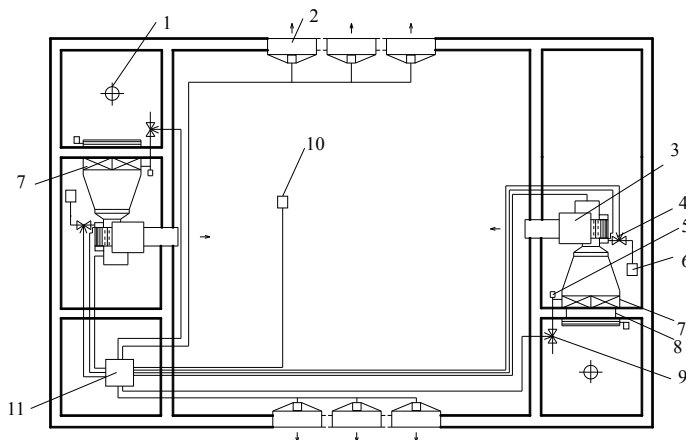


Рис. 2.2.8. Система керування комплексу “Клімат-3”:

1 – забірня шахта; 2 – витяжний вентилятор; 3 – припливна установка;
4 – канал подачі води; 5 – датчик захисту калориферів від замерзання;
6 – напірний бак; 7 – калорифери; 8 – повітряний шибер; 9 – регулювальний клапан; 10 – панель датчиків; 11 – станція керування

Припливно-витяжні установки ПВУ-4М забезпечують приплив свіжого повітря та його обігрів і витяжку забрудненого повітря. Дані

припливно-витяжні установки, як автономні засоби опалення і вентиляції, є найбільш екологічними засобами обігрівання приміщень. Їх застосування не потребує побудови дорогих теплових котельних і зовнішніх теплових мереж.

Припливно-витяжні установки ПВУ складаються з двох концентрично розміщених циліндричних повітропроводів з вертикальною орієнтацією, електровентилятора з двоконтурним робочим колесом, регулювальних заслінок, трубчастих нагрівних елементів, захисного зонта і розподільних патрубків. Така конструкція установок дозволяє частково використовувати тепло повітря, що видаляється, на підігрівання припливного за рахунок теплообміну через поверхню внутрішнього повітропроводу. Внутрішні лопаті робочого колеса вентилятора забезпечують видалення забрудненого повітря з приміщення по внутрішньому повітропроводу, зовнішні – подають свіже повітря в приміщення по кільцевому каналу між внутрішнім і зовнішнім повітропроводами.

До комплексу припливно-витяжних установок ПВУ-4М-6 з комплектним пристроєм керування “Клімат ПВУ УХЛЗ.1”, який забезпечує автоматичне підтримання мікроклімату у приміщеннях шляхом плавної зміни тепло- і повітропродуктивності входять дві шафи керування типу Ш9202-4474 УХЛЗ.1 і два первинних перетворювачі опору, кожні з яких забезпечують керування трьома шахтами.

Принципова електрична схема керування припливно-витяжною установкою ПВУ- 4М показана на рисунку 2.2.10 та 2.2.11.

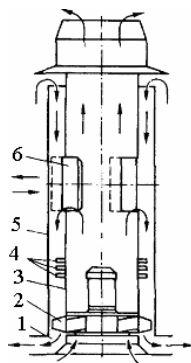


Рис. 2.2.9. Вентиляційна шахта установки ПВУ-4М:

1 – кільцевий канал; 2 – робоче колесо вентилятора; 3 – внутрішній повітропровід; 4 – електронагрівачі; 5 – корпус; 6 – заслінки

Принципова електрична схема керування установкою ПБУ-4М передбачає “Ручний” режим керування електродвигунами вентиляторів М1–М3, який забезпечується кнопками SB1–SB6, “Ручний” та “Автоматичний” режими роботи нагрівних елементів ЕК1–ЕК3, що встановлюється перемикачем QS. Нагрівні елементи можуть працювати тільки після вмикання вентиляторів, для цього автоматичні вимикачі QF1–QF3 обладнані незалежними розчіплювачами (котушки QF1–QF3).

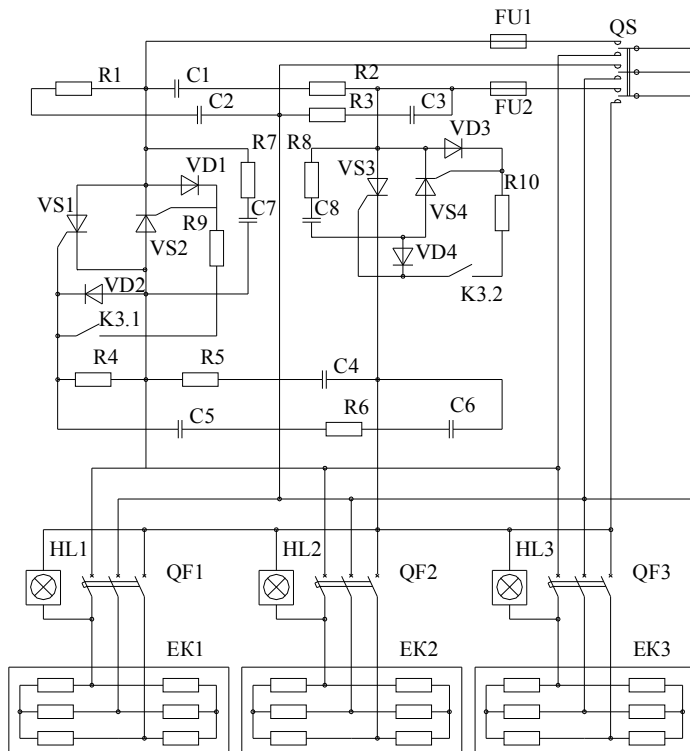


Рис. 2.2.10. Принципова електрична схема ПБУ-4М (коло нагрівачів)

В “Автоматичному” режимі керування нагрівними елементами, напруга живлення на них подається через блок силових тиристорів VS1–VS4. Регулюючі заслінки приводяться в дію виконавчим механізмом М4.

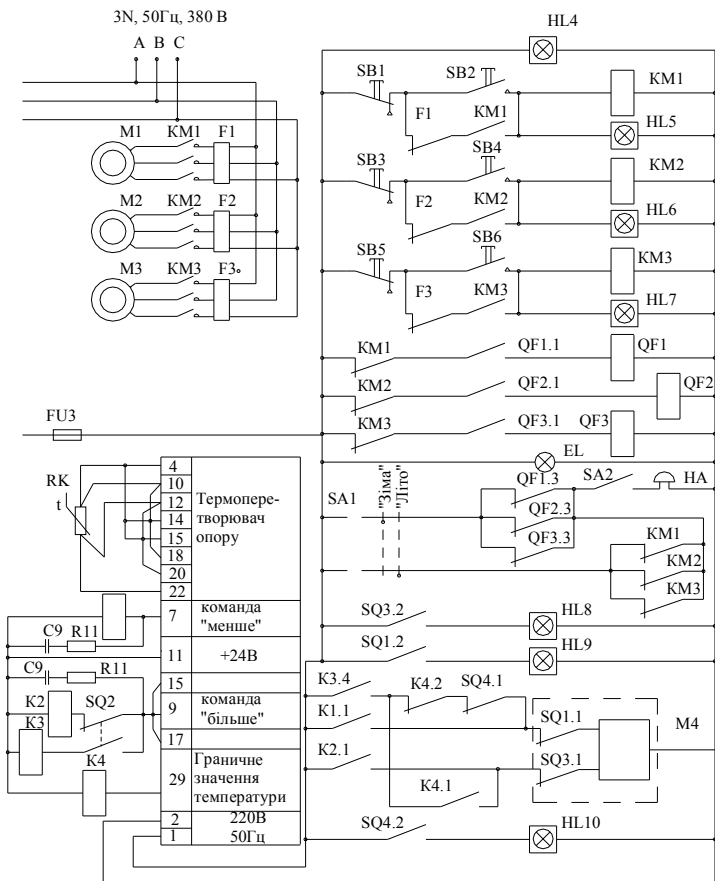


Рис. 2.2.11. Принципова електрична схема ПБУ-4М

Керування регулюючими заслінками і потужністю нагрівних елементів відбувається за командами регулятора *A1*. На вхід регулятора температури *A1* подається сигнал від датчика температури *RK*, який розміщується в зоні життєдіяльності тварин. Сигнал термоперетворювача порівнюється з сигналом задатчика температури, при цьому формується сигнал непогодження. На виході регулятор формує сигнали, які через реле *K1–K4* керують роботою виконавчого механізму *M4* та електронагрівниками *EK1–EK3*.

Виконавчий механізм відкриває або закриває регулюючі заслінки, змінюючи частку зворотної теплоти, що подається у приміщення. Якщо при досягненні регулюючими заслінками положення *“Норма рециркуляції”* (спрацьовує кінцевий вимикач *SQ2*) температура у приміщенні залишається нижчою від заданої, то реле *K3* відповідно до команд регулятора *A1* починає відкривати тиристори *VS1–VS4* і через них вмикати нагрівні елементи *EK1–EK3*. Якщо і після цього температура у приміщенні продовжує знижуватися і досягне гранично допустимого значення, встановленого на регуляторі *A1*, увімкнеться реле *K4* і через виконавчий механізм *M4* встановить регулюючі заслінки в положення *“100 % рециркуляції”*. При цьому все тепле повітря буде повертатися у приміщення. При підвищенні температури повітря алгоритм регулювання зворотний.

Електродвигуни вентиляторів від аварійних режимів захищаються фазочутливими пристроями захисту *F1–F3*. Від струмів короткого замикання нагрівні елементи захищені автоматичними вимикачами *QF1–QF3*, а тиристори та кола керування плавкими запобіжниками *FU1, FU2, FU3*.

Залежно від того, в який період року використовується установка, перемикач *SA1* ставиться у відповідне положення *“Зима”* чи *“Літо”* – цим задається режим спрацювання звукової сигналізації. Так? в зимовий період при використанні обігріву електронагрівниками *EK1–EK3* спрацювання звукової сигналізації виконується при виникненні ненормальних та аварійних режимів в колах електронагрівників чи двигунів за допомогою незалежних розчіплювачів автоматичних вимикачів. В літній період спрацювання звукової сигналізації виконується при вимкнеуні електродвигунів з будь-якої причини. Вимкнення звукового сигналу виконується вимикачем *SA2* (при роботі установки вимикач *SA2* встановлюють в положення ввімкнено).

Сигнальні лампи *HL1–HL10* характеризують роботу припливно-витяжної установки.

Питання для самоконтролю

1. Як здійснюється підтримання заданої температури повітря в холодний період року автоматизованої системи управління комплекту *“Клімат-2”*?
2. Які функції виконує автоматизована система управління комплекту *“Клімат-2”*.

3. Як здійснюється автоматичне регулювання температури повітря в автоматизованій системі управління комплекту “Клімат-3”?

4. Які функції виконує автоматизована система управління комплекту “Клімат-3”?

5. Призначення та принцип дії припливно-витяжних установок ПВУ-4М.

6. Які засоби автоматизації використовуються у припливно-витяжній вентиляційній установці?

ТЕСТИ

1. Для чого застосовують обладнання “Клімат-2”, “Клімат-3”?

А. Застосовують у пташниках з механічною вентиляцією та обігрівом повітря водяними калориферами, які живляться гарячою водою від котельних.

В. Застосовують у пташниках з вентиляцією та обігрівом повітря.

С. Застосовують у пташниках з механічною вентиляцією та обігрівом повітря.

2. Використовуючи принципову електричну схему припливної вентиляційної установки ПВУ-4М, вкажіть, які зміни відбудуться в схемі, якщо температура повітря в приміщенні буде вище уставки терморегулятора А1?

А. Терморегулятор А1 подасть команду “більше” і через реле К2 забезпечить включення виконавчого механізму М4 на закриття змішувальних заслінок.

В. Терморегулятор А1 подасть команду “менше” і через реле К1 забезпечить включення виконавчого механізму М4 на відкриття заслінок.

С. В принциповій схемі не відбудеться змін.

3. Для чого призначений виконавчий механізм припливно-витяжної установки?

А. Призначений для дистанційного повертання заслінки на задану величину, знаходиться в шахті установки.

В. Призначений для обмеження кута повороту заслінки, знаходиться в шахті установки біля заслінок.

С. Призначений для дистанційного повертання двигуна на задану величину, знаходиться в шахті установки.

4. Для чого призначені кінцеві вимикачі припливно-витяжної установки?

А. Призначені для дистанційного повертання заслінки на задану величину, знаходяться в шахті установки.

В. Призначені для обмеження величини переміщення повітря, знаходяться в приміщенні.

С. Призначені для обмеження кута повороту заслінки, знаходяться в шахті установки біля заслінок.

2.2.6. Автоматизація зволожувачів повітря

Для зволоження та зниження температури повітря тваринницьких і птахівницьких приміщень використовують зволожувачі, що входять в склад вентиляційного обладнання або окреме обладнання зволоження. В комплект вентиляційного обладнання “Клімат-2” входить зволожувач, який розбризкує воду в припливному вентиляторі. При цьому припливне повітря по команді від двопозиційного регулятора зволожується до необхідних значень. Прикладом самостійного обладнання зволоження може бути обладнання *К-П-6*. Обладнання *К-П-6* залежно від виконання може комплектуватися 7–15 зволожувачами.

Принцип роботи зволожувача (рис. 2.2.12) такий: вода під тиском заповнює зволожувачі до певного рівня, що регулюється системою зволоження. Електродвигун приводить в рух конус зволожувача. Вода, що знаходиться в баці на певному рівні, під дією відцентрової сили піднімається тонкою плівкою по внутрішній поверхні конуса зволожувача і через отвори в конусі розтікається по диску. Дрібні водяні краплі, зриваючись з диска і перемішуючись з повітрям, утворюють водяний пил. Уловлювачі крапель призначені для збирання великих крапель води та рівномірного радіального поширення зволоженого повітря.

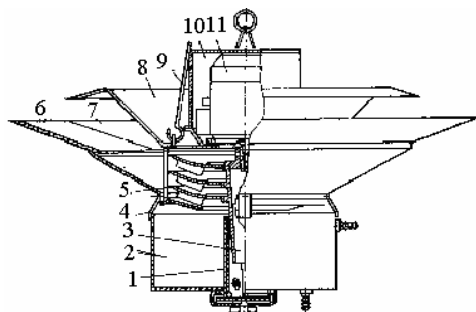


Рис. 2.2.12. Зволожувач:

- 1 – фільтр; 2 – бак; 3 – конус зволожувача; 4 – водозбірник;
5 – сепаратор; 6 – кришка; 7, 8 – уловлювачі крапель;
9 – гак для підвішування; кожух; 11 – електродвигун

Принципова електрична схема управління установкою зволоження повітря (рис 2.2.13) передбачає “Ручний” та “Автоматичний” режими керування, які задаються перемикачем *SA*.

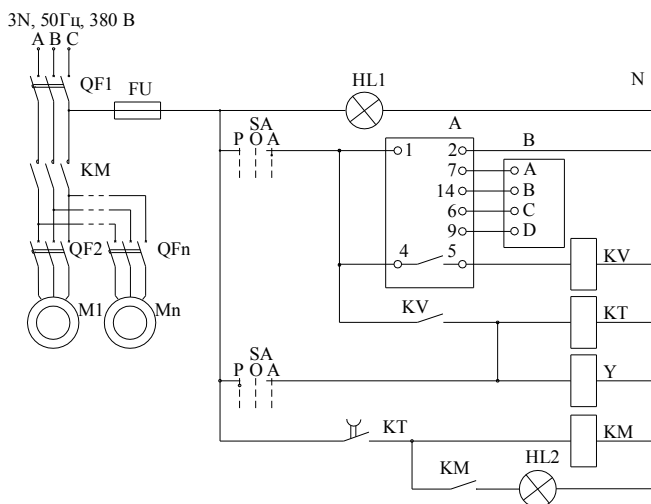


Рис. 2.2.13. Принципова електрична схема керування обладнанням зволоження повітря. К-П-6

В “Автоматичному” режимі керування управління зволоженням виконується залежно від величини відносної вологості повітря в приміщенні, яка контролюється датчиком B (гігісторного типу) регулятора вологості A . Так, коли вологість повітря в приміщенні нижче уставки спрацювання A , його контакт буде замкнутий, потрапить під напругу котушка проміжного реле KV . Замикаючий контакт проміжного реле подасть напругу на котушку реле часу KT і електромагнітний клапан подачі води Y . В свою чергу замикаючий контакт KT миттєво замкне коло котушки магнітного пускача KM , ввімкнуться електродвигуни зволожувачів.

Коли вологість повітря в приміщенні відповідатиме уставці A , його контакт розімкнеться, обезживиться котушка KV . Реле KV обезживить реле часу KT і електромагнітний клапан Y , припиниться подача води на зволожувачі. З витримкою часу, необхідною для видалення залишків води із зволожувачів, контакт KT вимкне магнітний пускач KM , електродвигуни зволожувачів зупиняться.

В “Ручному” режимі керування зволожувачами виконується не від команд регулятора вологості, а шляхом переведення перемикача SA з положення “ O ” в положення “ P ” і навпаки.

Підготовка установки до роботи та захист силових кіл від коротких замикань здійснюється за допомогою автоматичного вимикача $QF1$. Автоматичні вимикачі $QF2$ та QFn забезпечують необхідну кількість працюючих зволожувачів та захищають електродвигуни конкретного зволожувача. Захист кіл керування при виникненні в них коротких замикань здійснюється запобіжником $FU1$. Сигналізація про подачу напруги на щит керування та про роботу зволожувачів здійснюється відповідно сигнальними лампами $HL1$, $HL2$.

Питання для самоконтролю

1. Вкажіть призначення та доцільність використання обладнання для зволоження повітря.
2. Принципи автоматизації зволожувачів повітря.
3. Будова та принцип дії обладнання зволоження К-П-6.
4. Вкажіть засоби автоматизації обладнання зволоження К-П-6.

ТЕСТИ

1. Які засоби автоматизації використовують в типових системах керування установками зволоження повітря?

- А. Двопозиційні регулятори вологості повітря в приміщенні.
- В. Безперервні регулятори вологості повітря в приміщеннях.
- С. Регулятори температури повітря в приміщенні різних типів.

2. Використовуючи принципову електричну схему обладнання зволоження повітря К-П-6, вкажіть, які зміни відбудуться в схемі, якщо вологість повітря в приміщенні буде нижче уставки регулятора вологості А?

А. Регулятор вологості А через реле КV забезпечить включення електромагнітного клапана подачі води У та електромагнітного пускача КМ, що включає електродвигуни зволожувача.

В. Регулятор вологості А через реле КV забезпечить вимкнення електромагнітного клапана подачі води У на розбризкувачі.

С. Реле часу КТ забезпечить ввімкнення електродвигунів зволожувача за добовою часовою програмою.

3. Використовуючи принципову електричну схему обладнання зволоження повітря К-П-6, вкажіть призначення реле часу КТ?

А. Реле часу КТ забезпечить ввімкнення електродвигунів зволожувачів за добовою часовою програмою.

В. Реле часу КТ створює витримку часу на вимкнення магнітного пускача КМ електродвигунів зволожувачів, що необхідна для видалення залишків води із зволожувачів після припинення її подачі.

С. Реле часу КТ створює витримку часу на ввімкнення електромагнітного пускача КМ зволожувачів, щоб уникнути частого вмикання з приводу похибок регулятора вологості А.

2.2.7. Автоматизація інкубаторів

Вирішення загальних питань підтримання мікроклімату в птахівництві мають аналогічні рішення подібних питань в тваринництві, але є деякі специфічні особливості регулювання мікроклімату зокрема при інкубації яєць. Основними параметрами, які характеризують оптимальні умови інкубації, є температура повітряного середовища, його вологість, газовий склад та швидкість переміщення повітря.

Оптимальні значення вказаних параметрів мікроклімату визначені на основі аналізу природних умов та в результаті експериментальних досліджень. Так, при інкубації яєць курей оптимальними вважають температуру $37\text{--}38^{\circ}\text{C}$, відносне значення вологості 70% , швидкість переміщення повітря в інкубаторі $0,5\text{--}1,6$ м/сек. Експериментальні дослідження показують, що для відповідного періоду інкубації рекомендуються свої оптимальні значення параметрів мікроклімату.

Для інкубації яєць на птахофабриках використовують інкубатори “Універсал-55” і ІКП-90 “Кавказ”. Вони мають уніфіковані пристрої регулювання кліматичних режимів інкубації і керування поворотом лотків в інкубаційних камерах. Вивідні камери, що комплектуються на три і шість інкубаторів, не мають повороту лотків. В іншому пристрій інкубаційних і вивідних камер аналогічний.

Інкубатор “Універсал-55” складається з трьох інкубаційних і однієї вивідної камери. Камери інкубатора обладнані однаковими приладами для відтворення й автоматичної підтримки заданого режиму. В інкубаційних камерах лотки з яйцями встановлюються в поворотних барабанах, змонтованих на валу. У вивідній камері яйця укладаються в нерухомі лотки, розташовані горизонтально.

Система автоматичного керування інкубатора дозволяє виконувати наступні операції без участі людини: автоматичний поворот лотків з яйцями щогодини в інкубаційних камерах шляхом нахилу барабана на 45° в обидва боки від вертикального положення; автоматичне регулювання температури в камері інкубатора в діапазоні $36\text{--}39^{\circ}\text{C}$ з точністю $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$; автоматичне регулювання відносної вологості в камері в діапазоні $40\text{--}75\%$ з точністю $\pm 3\%$; аварійне вимикання регулятора температури з одночасним вмиканням охолодження при підвищенні температури в камері до максимально припустимого значення, а також при несправності елементів схеми пуску вентилятора; звукову сигналізацію при перевищенні максимально допустимого значення температури в камері й аварійному вимиканні напруги в мережі; світлову сигналізацію в процесах регулювання температури і вологості в камері; світлову сигналізацію, що дублює звукову; електричне блокування, що виключає можливість вмикання електроустаткування камери при відкритих дверях камери.

Роботою інкубатора керують за допомогою пультів керування, розташованих на кожній інкубаційній камері і загального програмного пристрою.

На рисунку 2.2.14 зображена інкубаційна камера, обладнана вентилятором 1, що забезпечує вирівнювання температури по об'єму камери і поліпшує теплопередачу між повітрям і яйцем. Двома електронагрівниками 2 потужністю по 1 кВт керують спільно в двох режимах: на повній напрузі мережі і на половинному через тиристор. Зволожувач 7 має окремий електропривод. Вода в системі зволоження подається через електромагнітний клапан 6. Припливна 8 і витяжна 5 заслінки повітрообміну спарені і керуються електромагнітним соленоїдним приводом 4. Для повороту лотків призначений механізм 3 з електроприводом 5, що має два обмежувальних кінцеві вимикачі 10.

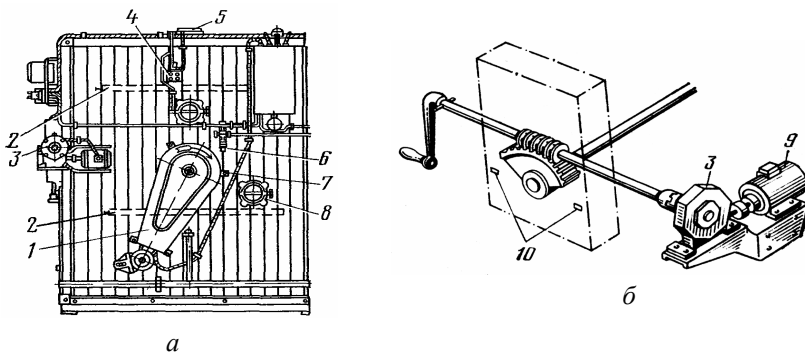


Рис. 2.2.14. Інкубаційна камера:

а – вид на задню стінку; б – механізм повороту лотків

Принципова електрична схема інкубаційної камери інкубатора “Універсал-55” показана на рисунку 2.2.15. В автоматичному режимі температурним режимом керують за допомогою трипозиційного терморегулятора АЛ типу РТИ-3. При зниженні температури в камері терморегулятор АЛ посиляє сигнал на відкриття тиристора VS. При цьому напруга живлення зворотної послідовності, дорівнює половині номінальної і надходить на обігрівальні елементи ЕК1 і ЕК2. При подальшому зниженні температури терморегулятор АЛ подає напругу на котушку магнітного пускача КМ2, що своїми контактами шунтує тиристор і подає на нагрівальні елементи повну напругу. При підвищенні температури в камері спочатку вимикається КМ2, а потім посиляється сигнал на закривання тиристора.

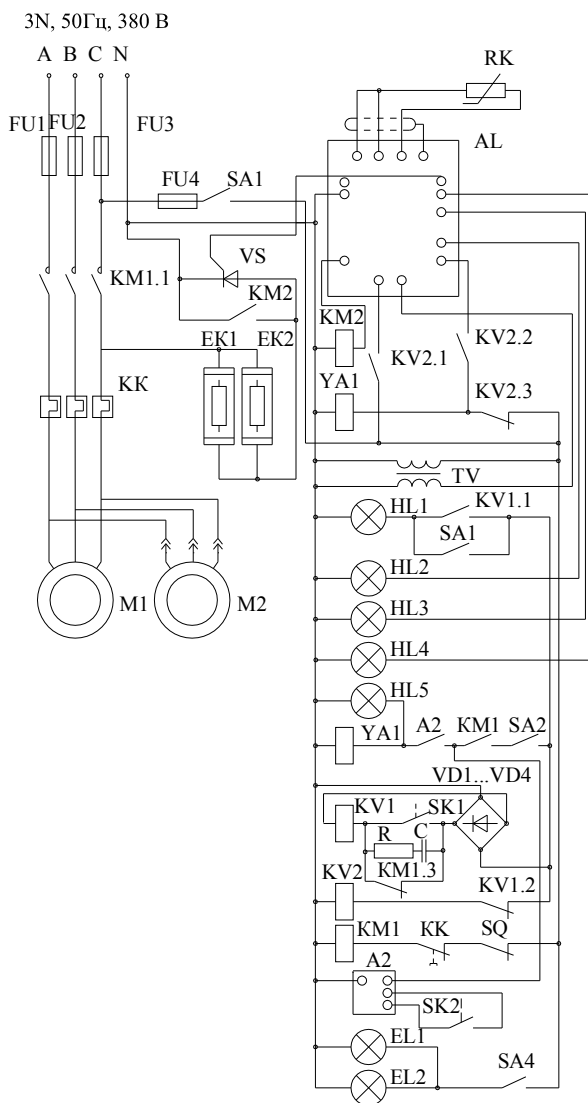


Рис. 2.2.15. Принципова електрична схема інкубатора “Універсал-55”

Якщо температура перевищить 38,3 °С, замкнеться контакт термореле SK1 і ввімкне реле KV1, що вимкне проміжне реле KV2. Контакти реле KV2 вмикають терморегулятор AL, а вмикають соленоїд охолодження YA1 і світлову і звукову аварійну сигналізацію, а також місцеву світлову HL1.

При зниженні вологості повітря (на 3%) регулятор вологості A2, вмикає соленоїд YA2 і подає воду на диск розпилювача M2. При цьому запалюється сигнальна лампи HL 7. Світлова сигналізація HL4 показує “Розігрів”, HL3 – “Температура в нормі”, HL2 – “Охолодження”. Вентилятор M1 вмикається магнітним пускачем KM1 при подачі напруги на коло керування і вмикається тільки при відкритті дверей кінцевим вимикачем SQ.

Автоматичне керування дублюється ручним, яке здійснюється вимикачами SA1-SA3.

Керування поворотом лотків виконується командним пристроєм, схема якого зображена на рисунку 2.2.16. Режим керування поворотом лотків встановлюється перемикачем SA1. У положенні перемикача “Автоматичний поворот” напруга 36 В подається з вторинної обмотки трансформатора TV командного пристрою A1 через контакти реле часу KT на котушки електромагнітних пускачів KM1 чи KM2. Стан контактів міняється через кожну годину. У ланцюг котушок реверсивного магнітного пускача KM1, KM2 включені кінцеві вимикачі SQ1 і SQ2, що вмикають електродвигун повороту лотків M1 в крайніх положеннях рухливого сектора.

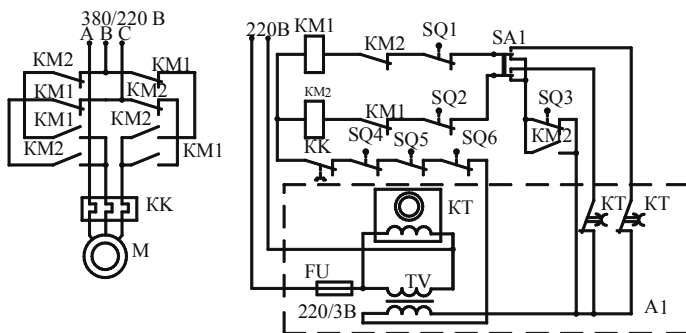


Рис. 2.2.16. Принципова схема керування поворотом лотків інкубатора

У загальний ланцюг котушок пускачів *KM1*, *KM2* включені кінцеві вимикачі *SQ4...SQ6*, контакти яких замкнуті тільки при закритих замках барабанів.

Для установки лотків у горизонтальне положення тумблер *SA1* ставиться в положення "*Горизонтально*" (на схемі це нижнє положення перемикача). При цьому напруга від командного пристрою подається незалежно від стану контактів реле часу *KT*, а в ланцюг котушок пускачів включений кінцевий вимикач *SQ3*, установлений на середньому виступі передньої опори. Кінцевий вимикач *SQ3* вимикає механізм повороту при горизонтальному положенні лотків.

Передбачений також ручний привод механізму повороту лотків. Установка лотків вертикально (положення обслуговування) може проводитися механічно від спеціального перемикача і вручну. Випадання лотків при нахилі барабанів запобігають спеціальними замками.

ТОВ "Інки" випускає декілька моделей промислових інкубаторів: інкубатор попередньої інкубації на 21000 яєць, інкубаційно-вивідний інкубатор на 16000 яєць, вивідний інкубатор на 10000 тис. яєць.

Лотковий блок інкубаторів ІНКИ встановлюється у візок оригінальної циліндрової форми.

Обігрів інкубаційної камери здійснюється за допомогою електронагрівачів і системи водного обігріву, гарячу воду для яких одержують з системи опалювання інкубаторію. У інкубаторах на 1400 і 3000 яєць додатково встановлена також система газового обігріву. У разі відключення електроенергії, інкубатори автоматично переходять на роботу від акумуляторів. За даними виробника перепад температур в шафах попередньої інкубації не перевищує 0,2⁰С, вивідних шафах – 0,3⁰С. Всі інкубатори обладнані засобами автоматичної підтримки температури і вологості. У разі порушення режимів роботи подається звуковий сигнал.

Одним з найпопулярніших у вітчизняних птахівників є інкубаційне обладнання компанії "Pas Reform Hatchery Technologies" (Нідерланди).

Вона випускає комплексне обладнання інкубаторіїв, зокрема обладнання для обробки яєць, промислові інкубатори шафового і кімнатного типів місткістю від 19,2 до 115,2 тис. курячих яєць, обладнання для обробки виведеного молодняка, створення необхідного мікроклімату в інкубаторії та ін. У інкубаторах попередньої інкубації може застосовуватися одно- і багатостадійна закладка яєць.

За бажанням замовника, інкубатори можуть поставлятися з електричним або водяним обігрівом. Система обігріву теплою водою сприяє більш рівномірному розподілу тепла в інкубаційній шафі, зменшенню часу розігрівання інкубатора і економії електроенергії. Режим інкубації регулюється за допомогою персонального комп'ютера, яким обладнана кожна шафа. Комп'ютер автоматично коректує температуру, вологість, повітрообмін тощо. Крім того, всі машини сполучені з центральним комп'ютером, який графічно записує весь режим інкубації і одержані показники зберігає в пам'яті протягом місяця.

Всі провідні компанії світу по випуску інкубаторів надають велику увагу енергозбереженню. Наприклад, компанія "Petersime" (Бельгія) застосовує запатентовану систему динамічної втрати маси (Dynamic Weight Loss System TM), яка стежить за тим, щоб втрата маси яйцями відбувалася за оптимальним графіком. Це досягається завдяки герметичності інкубаційних шаф. У результаті, після нетривалої стадії попереднього прогрівання яєць, подальший обігрів інкубатора майже не потрібен. Загальний час роботи системи обігріву складає всього 4,76% від тривалості періоду інкубації, що дає можливість значно понизити витрати на обігрів. Система Eco-Drive TM забезпечує мінімізацію витрат електроенергії на роботу вентиляторів шляхом регулювання числа оборотів крильчатки залежно від потреби, а також плавного пуску двигуна вентилятора, що дає можливість уникати пікового зростання споживання електроенергії. Таким чином досягається економія електроенергії до 50%. Ще одна новинка компанії "Petersime" – запатентована технологія біологічної адаптації Synchro-Hatch TM, яка дає можливість синхронізувати процеси інкубації і виводу. З технічної точки зору Synchro-Hatch TM складається з датчика і вдосконаленого програмного забезпечення. Система Synchro-Hatch TM відстежує життєві сигнали ембріонів і в автоматизованому режимі змінює параметри інкубації. Ці дії дають можливість скоротити час виводу, одержувати однорідних за якісними показниками курчат. Якщо раніше процес виводу розтягувався на 30–40 годин, то завдяки новій технології він скоротився до 12 годин. Виводок при цьому збільшується в середньому на 0,77%, витрати електроенергії у вивідних шафах зменшуються на 63%.

Питання для самоконтролю

1. Для чого призначений інкубатор “Універсал-55”?
2. З якого основного обладнання складаються інкубатори?
3. Які функції виконує автоматизована система управління інкубатора “Універсал-55”?
4. Які засоби автоматизації використовуються в інкубаторі “Універсал-55”?
5. Як здійснюється поворот лотків в інкубаторі?
6. Як здійснюється обігрів інкубатора ІНКИ-21000?
7. Як здійснюється економія електроенергії в зарубіжних інкубаторах?

ТЕСТИ

1. Який пристрій використовується для автоматичного вмикання пристрою повороту лотків інкубатора “Універсал-55”?

- А. Кінцеві вимикачі
- В. Реле температури
- С. Реле часу

2. Використовуючи принципіальну електричну схему керування поворотом лотків інкубатора “Універсал-55”, вкажіть, для чого використовуються кінцеві вимикачі SQ1 і SQ2?

- А. Вимикають електродвигун повороту М в крайніх положеннях рухливого сектора.
- В. Вимикають електродвигун повороту М в крайніх положеннях рухливого сектора.
- С. Вимикають механізм повороту при горизонтальному положенні лотків

3. За допомогою чого здійснюється керування температурним режимом в інкубаторі “Універсал-55”?

- А. Двохпозиційним терморегулятором
- В. Трипозиційним терморегулятором типу РТИ-3
- С. Терморегулятором

4. Використовуючи принципіальну електричну схему інкубатора “Універсал-55”, вкажіть, для чого використовується термореле SK1?

А. При перевищенні температури 38,3 °С замкнеться контакт термореле SK1 і ввімкне реле KV1, що вимкне проміжне реле KV2, а воно вимикає терморегулятор AL, і вмикає соленоїд охолодження YA1

В. При перевищенні температури 39,3 °С замкнеться контакт термореле SK1 і вмикає соленоїд охолодження YA1

С. При перевищенні температури 40,3 °С замкнеться контакт термореле SK1 і вимикає терморегулятор AL.

5. Використовуючи принципіальну електричну схему інкубатора “Універсал-55”, вкажіть, для чого використовується вологорегулятор A2?

А. При зниженні вологості повітря на 13% вологорегулятор A2 вмикає соленоїд YA2

В. При зниженні вологості повітря на 23% вологорегулятор A2 подає воду на диск розпилювача M2

С. При зниженні вологості повітря на 3% вологорегулятор A2 вмикає соленоїд YA2 і подає воду на диск розпилювача M2

6. Використовуючи принципіальну електричну схему інкубатора “Універсал-55”, вкажіть, для чого використовується соленоїд YA2?

А. Соленоїд YA2 подає воду на диск розпилювача M2

В. Соленоїд YA2 подає воду на заслінку.

С. Соленоїд YA2 відкриває заслінку.

7. Використовуючи принципіальну електричну схему інкубатора “Універсал-55”, вкажіть, для чого використовується соленоїд YA1?

А. Подає воду на диск розпилювача M2 при перевищенні температури в камері.

В. Відкриває заслінку охолодження при перевищенні температури в камері.

С. Подає воду на диск розпилювача M2 при зниженні температури в камері.

2.2.8. Автоматизація іонізації повітря

Повітря, що оточує нас, містить нейтральні атоми, молекули й іони газів, що входять у його склад. Іони повітря, чи аероіони, як прийнято їх називати, утворюються внаслідок приєднання електронів нейтральними атомами і молекулами газів чи віддачі ними електронів, здобуваючи при цьому негативний чи позитивний заряд.

Встановлено, що негативні аероіони впливають на тварин, стимулюючи біологічні процеси, що ведуть до підвищення продуктивності і схоронності поголів'я. Природна іонізація повітря відбувається за рахунок дії радіоактивних речовин, що знаходяться в ґрунті і повітрі, а також під впливом космічних променів.

Знижений вміст негативних аероіонів у повітрі тваринницьких ферм внаслідок дії екрану огорожень і різного устаткування з підвищеною вологістю і запиленістю повітря, що сприяють об'єднанню газових іонів із дрібними рідкими чи твердими частками й утворенню важких іонів. Видихуване тваринами повітря містить також важкі іони, серед яких переважають позитивно заряджені. У цілому це несприятливо впливає на фізіологічний стан тварин. Тому в приміщеннях необхідно постійно підтримувати визначену концентрацію негативних аероіонів, штучно іонізуючи нейтральні частки повітря.

Устаткування, застосовуване для аероіонізації тваринницьких і птахівницьких приміщень, повинне поповнювати повітряне середовище в зоні перебування тварин і птахів тільки легкими негативними іонами в потрібній кількості і не мати будь-якого негативного побічного впливу на них, а також на обслуговуючий персонал. У більшій мірі цим вимогам відповідають електричні аероіонізатори, що використовують коронний розряд.

Автоматизація систем іонізації повітря дозволяє створити й підтримувати оптимальні умови повітряного середовища у тваринницьких і птахівницьких приміщеннях. У результаті застосування автоматизації систем іонізації повітря підвищується продуктивність тварин, скорочуються витрати ручної праці і зменшується витрата електричної й теплової енергій.

Іонізатор ІЕ-1 призначений для іонізації повітря в тваринницьких приміщеннях з подачею іонів у вентиляційну систему.

Установки містять у собі вентилятор, систему повітропроводів, іонізаційні приставки і пульт керування. Одна з таких приставок зображена на рис. 2.2.17. Приставка виконана з органічного скла і складається з джерела випромінювань, іонної і повітряної камер та електрода.

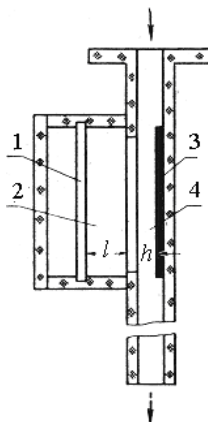


Рис. 2.2.17. Технологічна схема іонізаційної приставки:

1 – джерело α -частинок; 2 – іонна камера;
3 – сепаруючий електрод; 4 – повітропровід

На принциповій схемі видно, що напруга на установку подається автоматичним вимикачем.

Установка має два режими роботи: ручне і автоматичне, які задаються за допомогою перемикача SA ; в положенні “А” – автоматичне, в положенні “Р” – ручне.

В автоматичному режимі перемикач встановлюємо в положення А, при цьому напруга подається на реле часу KT , яке має свій контакт з затримкою на замикання і розмикання в колі котушки магнітного пускача KM . Магнітний пускач своїми силовими контактами подає напругу на електродвигун припливного вентилятора, а додатковими контактами на сигнальну лампу HL і високовольтний трансформатор TV . Трансформатор TV підвищує напругу 220 В до величини 5000 В, а діодний міст перетворює на напругу постійного струму для подачі до іонізаційної приставки $ГІ$, що знаходиться біля повітропроводу.

Вимикається установка в автоматичному режимі за допомогою контакту реле часу KT по закінченні заданої програми іонізації повітря.

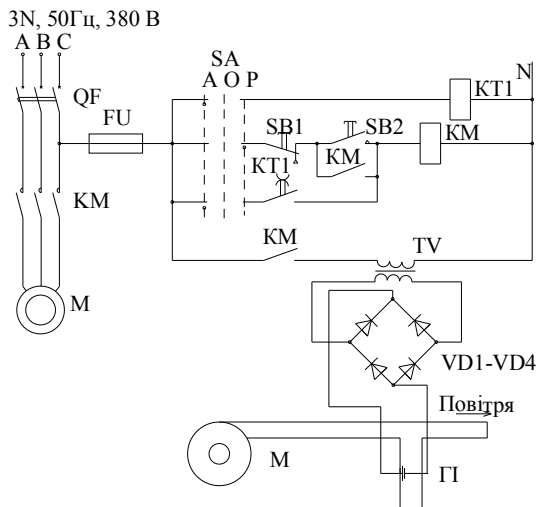


Рис. 2.2.18. Принципова електрична схема іонізаційної установки

В ручному режимі перемикач встановлюємо в положення "P", при цьому кнопкою *SB2* "Пуск" ми подаємо напругу на котушку магнітного пускача *KM*, який вмикає електродвигун вентилятора та іонізаційну приставку. Вимикається установка в ручному режимі кнопкою *SB1* "Cmon".

Захист кола керування здійснюється за допомогою запобіжника *FU*.

2.2.9. Автоматизація мікроклімату з використанням програмних контролерів

Автоматизована система вимірювання температури в пташнику "Каштан-Т" призначена для вимірювання температури в пташнику і зовнішнього повітря. Результати багатоканальних вимірювань висвітлюються цифровими індикаторами, а також можуть реєструватися на папері за допомогою цифродрукуючого пристрою один раз за 1, 2, 4 або 8 год послідовно у всіх пташниках. На запит оператора можна проконтролювати температуру в будь-якому пташнику.

До складу системи входять: нормуючі перетворювачі з датчиками температури типу TCM – для перетворення вихідної

величини датчика температури – опору на струм блока живлення, стіл оператора з панеллю керування та електронним блоком, цифродрукуючий пристрій, два адаптери, кабель. Конструктивно вона виконана у вигляді центрального електронного пристрою та периферійних вимірювальних перетворювачів.

Технічна характеристика системи “Каштан-Т”.

Кількість пташників, в яких контролюють температуру повітря, – 50 шт. Діапазон вимірювання температури повітря в пташнику, – 0...+40°C. Кількість точок вимірювання температури з зовнішнього повітря – 1 шт. Діапазон вимірювання температури зовнішнього повітря -40...+40°C. Основна абсолютна похибка вимірювання температури повітря - 1°C. Споживана потужність при напрузі 220 В і частоті 50 Гц, –100Вт.

Контролер для систем припливної вентиляції з водяним калорифером ТРМ 133 має 7 універсальних входів, до яких можна підключати датчики різних типів: термометри опору типів ТСП 50П/100П/500П/1000П, ТСМ 50М/100М, ТСН 100Н/1000Н; термопари ТХК(Л), ТХА(К); датчики з уніфікованим вихідним сигналом струму 0...5 мА, 0(4)...20 мА або напруги 0...1 В; датчики положення заслінки (резистивні або струмові).

Універсальні входи використовуються для вимірювання (рис. 2.2.19): Тз – температури зовнішнього повітря; Тпр – температури припливного повітря; Тзв – температури зворотної води в контурі теплоносія; Тк₁ – температури в приміщенні; Тк₂ – температури приміщення в іншому місці (або для підключення задатчика температури); Дпз – положення заслінки; Двл – вологості (вхід з вбудованим шунтуючим резистором 100 Ом для прямого підключення датчика із струмовим виходом).

Ефективним є сучасний алгоритм автонастройки ПД-регулятора. При автонастройці прилад обчислює оптимальні для даного об'єкту значення коефіцієнтів ПД-регулювання. Подальше нескладне ручне підстроювання дозволяє звести до мінімуму перерегулювання.

Контролер має 6 дискретних входів для діагностики справності системи вентиляції і перемикання режимів.

С1 – комутуючий пристрій (таймер, тумблер та ін.) для дистанційного переходу системи в черговий режим;

С2 – датчик контролю справності припливного вентилятора за потоком повітря;

С3 – датчик контролю засмічення фільтра припливного вентилятора (витяжного);

С4 – датчик переходу системи в режим захисту калорифера від замерзання;

С5 – датчик пожежної сигналізації;

С6 – датчик контролю справності витяжного вентилятора.

Виходи контролера використовуються для управління вентилятором, жалюзі, калорифером і аварійною сигналізацією. ТРМ133 оснащений наступними вбудованими вихідними елементами: 4 електромагнітних реле з струмом 4 А при 220 В для управління жалюзі, вентилятором приточування, КЗР і пристроями аварійної сигналізації; 2 ЦАП 4...20 мА або 0...10 В для управління аналоговим КЗР. При цьому ТРМ133 може управляти засувками як з датчиком положення, так і без нього (за математичною моделлю, закладеною в прилад).

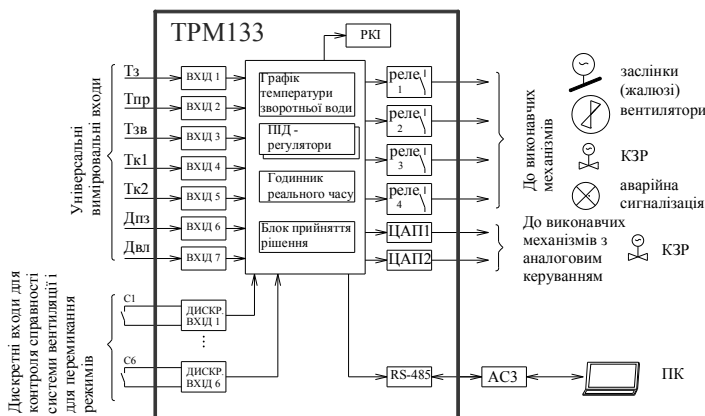


Рис 2.2.19. Функціональна схема контролера припливної вентиляції ТРМ 133

ТРМ 133 здійснює автоматичний вибір режимів роботи системи припливної вентиляції: підтримка температури повітря приточування (ПІД-регулювання); прогрів калорифера при запуску системи і при перемиканні режимів; день/ніч (за вбудованим годинником реального часу); черговий режим (перемикання вручну або за повідомленням про аварію); захист калорифера від замерзання; захист системи від перевищення температури зворотної води за графіком; літній режим.

Завдяки використанню в ТРМ133 ПІД-закону регулювання досягається висока точність підтримки температури припливного

повітря і зворотної води. Високу точність забезпечує також сучасний алгоритм автонастройки приладу на об'єкті. Крім того, в ТРМ 133 використовуються декілька контурів ПІД-регулювання, що дозволяє гнучко налаштувати прилад для роботи в різних режимах.

Високу перешкодозахисну безпеку і надійність роботи системи вентиляції під управлінням ТРМ 133 забезпечують: цифрова фільтрація аналогових входів і захист від “брязкоту” дискретних входів; імпульсний широкодіапазонний блок живлення, стабілізуючі параметри контролера; докладна діагностика справності вузлів системи вентиляції і вимірювальних датчиків з видачею аварійних повідомлень на дисплей; наявність режиму “черговий”, в який система переводиться у разі аварії (наприклад, при пожежі).

Крім того, всі основні вузли ТРМ 133 – блок живлення, входи, виходи і модуль інтерфейсу RS-485 – мають високовольтну гальванічну ізоляцію один від одного.

У ТРМ 133 встановлений модуль інтерфейсу RS-485, організований за стандартним протоколом ОВЕН. Інтерфейс RS-485 дозволяє: конфігурувати прилад на ПК; передавати в мережу поточні значення вимірюваних величин, вихідної потужності регулятора, а також будь-яких прогнаних параметрів; одержувати з мережі оперативні дані для генерації управляючих сигналів. ТРМ 133 може працювати в мережі тільки за наявності в ній “майстра”, функцію якого може виконувати, наприклад, персональний комп'ютер.

Підключення ТРМ 133 до ПК здійснюється через адаптер ОВЕН АС3-м або АС4 (рис 2.2.20).

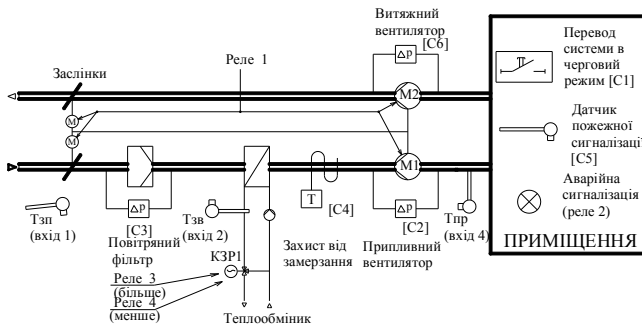


Рис 2.2.20. Приклад використання контролера припливної вентиляції ТРМ 133

При інтеграції TPM 133 в АСУ ТП як програмне забезпечення можна використовувати SCADA-систему Owen Process Manager або яку-небудь іншу програму.

Режими роботи контролера.

Регулювання температури припливного повітря в системі з водяним калорифером. Це основний режим роботи ТРМ133. При вході в цей режим прилад відкриває жалюзі і включає припливний вентилятор (рис. 2.2.21).

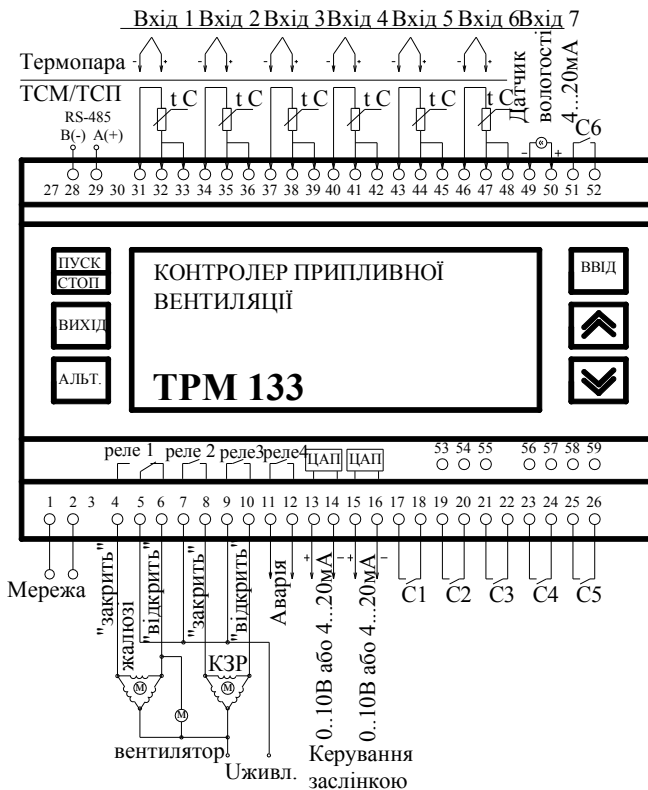


Рис 2.2.21. Схема підключень контролера припливної вентиляції ТРМ 133

Нагрів припливного повітря. ТРМ133 забезпечує підтримку на заданому рівні температури повітря припливного Тпр за допомогою калорифера. Для цього прилад управляє положенням КЗР, який регулює потік теплоносія, що подається в калорифер.

Прогрів калорифера. Контролер здійснює прогрівання калорифера перед початком роботи, а також після виходу з режимів: ЧЕРГОВОГО, ЛІТНЬОГО або ЗАХИСТУ ВІД ЗАМЕРЗАННЯ. Час прогрівання визначається користувачем, виходячи з експлуатаційних параметрів системи. Для забезпечення максимальної циркуляції теплоносія через калорифер ТРМ формує команду на повне відкриття КЗР. Вентилятор при цьому вимкнений, жалюзі закриті.

Захист від перевищення температури зворотної води, що повертається в теплоцентраль, здійснюється залежно від температури зовнішнього повітря відповідно до графіка. Графік зворотної води задається користувачем. Якщо температура $T_{зв}$, виміряна датчиком, перевищує $T_{зв.max.}$, прилад перериває управління КЗР по Тпр. і переходить на управління зв сигналом розузгодження між поточним значенням $T_{зв.}$ і обчисленим за графіком $T_{зв.гр.}$. Після повернення $T_{зв.}$ в допустимі межі регулювання продовжується по Тпр.

Захист від замерзання води в калорифері. Замерзання води в калорифері загрожує руйнуванням всієї системи. Тому, при падінні температури зворотної води $T_{зв}$ або температури припливного повітря Тпр. нижче за критичні значення, ТРМ133 переводить систему в режим “Захисту від замерзання води в калорифері”. Для максимально швидкого підвищення температури ТРМ формує команду на виключення вентилятора, закриття жалюзі і повне відкриття КЗР. Контролер переводить систему в режим “Захисту від замерзання” також при виникненні несправності будь-якого з вхідних датчиків (обрив, коротке замикання) і при спрацюванні контактного датчика С4.

Режими ДЕНЬ/НІЧ – перемикання за годинником реального часу. Для підтримки комфортної температури в приміщенні в денний час і зниження її після закінчення робочого дня (в цілях економії енергії) контролер автоматично перемикає режими ДЕНЬ/НІЧ. Перемикання відбувається за вбудованим годинником реального часу. При програмуванні задаються дві уставки Тпр – денна і нічна, а також час початку і закінчення робочого дня.

Літній режим. Це економічний режим, оскільки регулювання температури припливного повітря не відбувається. КЗР в цьому режимі повністю закритий і циркуляція води через калорифер припинена. Здійснюється тільки вентиляція приміщення (жалюзі

відкриті, вентилятор включений) і діагностика обладнання. ТРМ133 автоматично переводить систему в “Літній режим”, коли температура зовнішнього повітря T_z стає вище за значення $T_{вст.літ}$, заданого при програмуванні приладу. Поріг для відключення “Літнього режиму” також задається користувачем.

Черговий режим. “Черговий режим” передбачений для випадків, коли в роботі вентиляції немає необхідності (нічний час доби, вихідні дні та ін.). У цьому режимі ТРМ133 закриває жалюзі, вимикає вентилятор і контролює тільки температуру зворотної води за графіком. Перехід в “Черговий режим” здійснюється: дистанційно за допомогою зовнішнього комутуючого пристрою С1; за аварійним повідомленням від датчика контролю справності вентилятора С2 або пожежної сигналізації С5; установкою відповідного програмованого параметра (з клавіатури приладу або з ПК).

Питання для самоконтролю

1. Як впливають негативні аероіони на тварин?
2. Для чого призначений іонізатор ІЭ-1?
3. Для чого призначена автоматизована система “Каштан-Т”?
4. Які режими має контролер ТРМ133?
5. Як здійснюється надійність і безпека роботи системи впливної вентиляції контролером ТРМ133?

ТЕСТИ

1. Який автоматичний пристрій використовується для керування іонізатором ІЭ-1?

- А. Програмне реле часу
- В. Терморегулятор
- С. Реле часу

2. Для чого призначена автоматизована система вимірювання температури в пташнику “Каштан-Т”?

А. Призначена для вимірювання температури в пташнику і зовнішнього повітря та показу вимірювань на цифрових індикаторах, реєстрація на папері за допомогою цифродрукуючого пристрою один раз за 1, 2, 4 або 8 год послідовно у всіх пташниках.

В. Призначена для вимірювання температури в пташнику і зовнішнього повітря у всіх пташниках.

С. Призначена для показу вимірювань на цифрових індикаторах, реєстрації на папері за допомогою цифродрукуючого пристрою один раз за 1, 2, 4 або 8 год послідовно у всіх пташниках.

3. Які пристрої використовуються для вимірювання температури в автоматизованій системі вимірювання температури в пташнику “Каштан-Т”?

А. Нормуючі перетворювачі

В. Нормуючі перетворювачі з датчиками температури типу TSM

С. Датчики температури типу TSM

4. Для чого призначені дискретні входи контролера ТРМ133?

А. Для підключення датчиків контролю справності припливного повітря, пожежної сигналізації.

В. Для перемикання режимів роботи.

С. Для прогріву калорифера.

2.3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ГОДУВАННЯ ТА НАПУВАННЯ ТВАРИН І ПТАХІВ

2.3.1. Автоматизація годування тварин і птахів

Процес роздачі кормів є одним із найбільш трудомістких на тваринницьких та птахівницьких фермах. Технологія роздачі кормів знаходиться в тісному зв'язку з загальним технологічним циклом, прийнятим на фермі. Головною умовою оптимальності годування тварин є збалансованість кормів і необхідна періодичність та дозованість їх видачі. Виходячи з цього, до кормороздавальних пристроїв ставляться такі вимоги: рівномірність роздачі корму в годівниці з відхиленням маси від норми з розрахунку на одну голову не більше 10%; втрати корму не більше 3%; тривалість роздачі корму не більше 30 хв для мобільних і 20 хв для стаціонарних кормороздавачів; можливість регулювання норми корму від максимального до мінімального значення.

Потребу в кормороздавальних пристроях, їх марку та кількість визначають з урахуванням виду та віку тварин і птахів, способів їх

утримання, раціонів годування, норм видачі корму одній тварині, розрахункового поголів'я тварин. Для роздачі корму на фермах використовують, як мобільні, обмежено-мобільні і стаціонарні кормороздавачі.

Зараз одержали поширення два основних види годівлі тварин та птахів – ненормоване і нормоване. У ненормованому випадку кількість корму не нормується, а в другому кожній тварині та птахові залежно від його продуктивності і деяких інших факторів видається визначена індивідуальна роздача корму. Найчастіше з метою спрощення технології годівлі на фермах застосовують групове нормування, коли кормовий раціон розраховують, виходячи з потреб середньої групи тварини чи птахів.

На великих тваринницьких комплексах з характерними для них сучасною машинною технологією і потоковістю виробництва виникає нагальна потреба застосування автоматизованих систем керування, що дозволяють найбільш повно й ефективно використовувати устаткування, значно знизити трудові витрати і вартість продукції, збільшити продуктивність і поліпшити умови праці.

У таких системах, як правило, відбувається об'єднання декількох технологічних операцій у загальну потокову лінію з місцевим, дистанційним та автоматизованим керуванням електроприводами машин і механізмів. Найчастіше спільно проектуються лінії транспортування і роздачі кормів. Системи автоматизації повинні забезпечувати послідовність автоматичного і ручного включення машин і механізмів в порядку, зворотному напрямку руху корму, щоб виключити завал машини, зупинку потокової лінії в заданій послідовності у випадку аварійної зупинки однієї з машин; контроль і сигналізацію роботи всіх машин і механізмів.

Кормороздача на фермах ВРХ обумовлюється, в основному, раціоном годування та способом утримання тварин.

Кормороздавачі типу *РВК-Ф-74*, *ТВК-80*, *КЛО-75* відносяться до стаціонарних і призначені для роздавання всіх видів кормів (крім концентрованих і рідких) в умовах прив'язного утримання тварин з розподілом кормів вздовж кормового жолоба рухомою стрічкою чи пластинчастим транспортером. Вони відрізняються між собою будовою розподільного транспортера та конструкцією приводної станції.

Роздавач всередині годівниці РВК-Ф-74 (рис. 2.3.1) призначений для роздавання зелених, грубих і соковитих кормів та кормових сумішей при утриманні корів на прив'язі. Це ряди годівниць, всередині

яких змонтовано транспортер. Транспортер-кормороздавач складається з годівниці, завантажувального бункера, приводної станції, стрічкового транспортера.

Привод складається із рами, на якій розміщено електродвигун. Передача крутного моменту з нього на ведучий вал стрічкового транспортера від приводної станції здійснюється через ланцюгову передачу. Робочий орган – це стрічка з прикріпленням до неї канатом і круглоланковим ланцюгом.

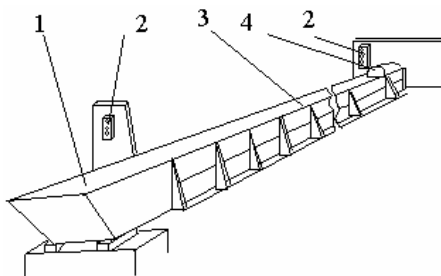


Рис. 2.3.1. Технологічна схема кормороздавача РВК-Ф-74:

1 – завантажувальний бункер; 2 – кнопковий пост;

3 – годівниця; 4 – привід

Процес роботи виконується таким чином. Мобільним роздавачем корм завантажується в завантажувальний бункер. Приведення в рух стрічкового транспортера забезпечує переміщення корму вздовж годівниці. При досягненні стрічки з кормом кінця фронту кормороздачі транспортер зупиняється. Перед початком наступної годівлі, при зворотному русі стрічкового транспортера, виконується очищення стрічки від залишків корму, які скидаються в приямок. При досягненні робочим органом вихідного положення привод зупиняється.

Принципова електрична схема кормороздавача РВК-Ф-74 зображена на рисунку 2.3.2. Ввідним апаратом щита керування кормороздавача є автоматичний вимикач *QF1*, який також забезпечує захист електродвигуна від коротких замикань. Принципова електрична схема керування кормороздавачем передбачає управління реверсивним електродвигуном переміщення робочого органа за допомогою кнопкових постів *SB1*, *SB2* з двох місць в режимі роздачі корму та видалення відходів. В схемі передбачено включення звукового сигналу *HA* про початок роздачі корму та видалення відходів. Тобто кнопковим постом спочатку вмикається реле часу *KT1* чи *KT2*, які забезпечують

витримку часу на включення електродвигуна переміщення після подачі звукового сигналу. Зупинка двигуна переміщення робочого органа при роздачі корму та видаленні відходів виконується автоматично кінцевими вимикачами $SQ1$ та $SQ2$.

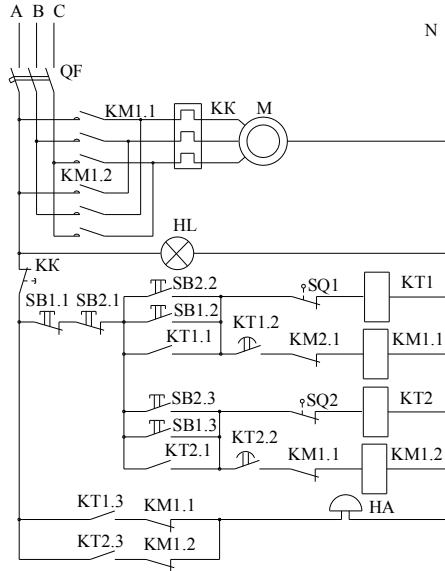


Рис. 2.3.2. Принципова електрична схема кормороздавача РВК-Ф-74

Захист електродвигуна від перевантажень здійснюється тепловим струмовим реле $KK1$. Про подачу напруги на шафу керування сигналізує лампа HL .

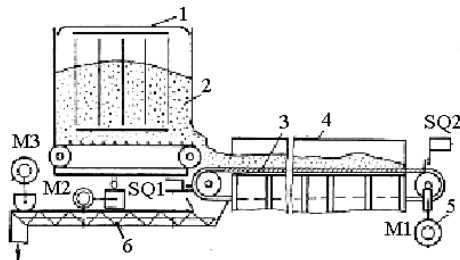


Рис. 2.3.3. Технологічна схема транспортера-кормороздавача ТВК-80Б

Автоматизована потокова лінія роздачі кормів ТВК-80Б призначена для роздавання всіх видів кормів (крім концентрованих і рідких) в умовах прив'язного утримання тварин. Це рухома стрічка (рис. 2.3.3) у годівницях 4, що приводиться в дію реверсивним електроприводом 5. При русі вперед стрічка несе до стійла тварин завантажену живильник 1 визначену кількість корму. Як живильник може бути використаний кормороздавач КТУ-10, що має накопичувальну ємкість 2. З поверненням стрічки (реверс) годівниці самоочищаються від залишків корму, що видаляється з приміщення транспортом 6.

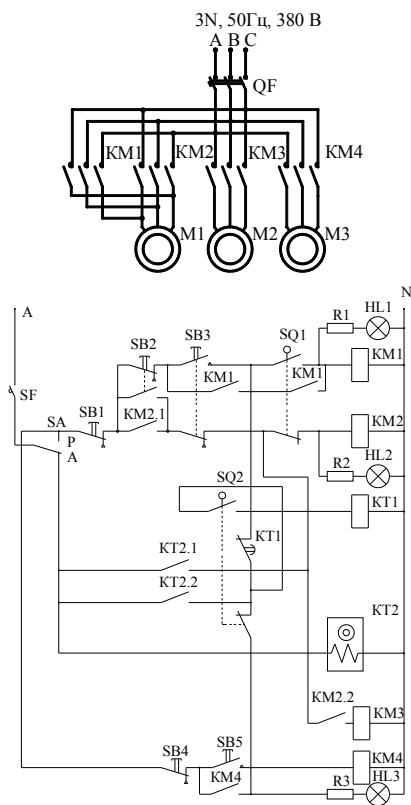


Рис. 2.3.4. Принципова електрична схема керування кормороздавачем ТВК-80Б

Таким чином, ТВК-80Б здатний транспортувати корм до місця споживання і забирати їхні відходи, тобто виконувати найбільш трудомісткі технологічні операції. Але нормовану годівлю на ТВК-80Б здійснити неможливо, оскільки корм під час руху стрічки самовільно розрівнюється. Крім того, під час руху стрічки тварини вибірково поїдають корм.

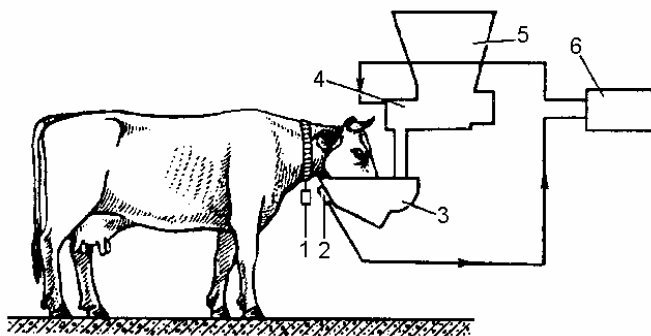
Технологічна лінія роздачі корму з кормороздавачем ТВК-80Б і стаціонарним роздавальником КТУ-10 може функціонувати в автоматичному режимі. Для роздачі кормів протягом доби використовують добове програмне реле *KT2* типу 2РВМ чи аналогічне, котре встановлюють відповідно до діаграми годівлі, кормороздавальної лінії та принципової електричної схеми (рис. 2.3.4), керують вручну або автоматично в наступному порядку. Спочатку контактом програмного пристрою *KT2.1* вмикаються магнітні пускачі *KM2* і *KM3* повернення стрічки транспортера відходів. У кінцевому передньому положенні стрічки кормороздавача кінцевий вимикач *SQ1* зупиняє її рух і відключає транспортер відходів через контакт *KM2.2*. По команді програмного реле контактами *KT2.2* вмикається привод живильника *KM4* і привод роздачі корму *KM1*. Наприкінці роздачі кінцевий вимикач *SQ2* вимикає *KM4* з витримкою часу *KM1*.

Автоматична ідентифікація тварин при індивідуальній годівлі.

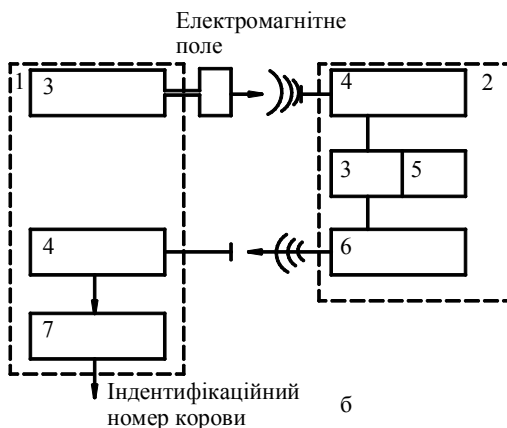
Особливість розглянутих в цьому розділі пристроїв – їх непридатність для індивідуальної роздачі кормів. В той же час індивідуальна роздача кормів, особливо концентрованих, має великі переваги, такі як економна витрата корму і збільшення продуктивності тварин на 10...15 %. Найбільш поширена індивідуальна роздача кормів на доільному майданчику.

Існують також системи роздачі кормів в корівниках з використанням спеціальних автоматичних кормових станцій. Управління цими системами може бути ручне, програмне або автоматичне. Системи дозування кормів в місцях утримання тварин рекомендуються для високопродуктивних корів. За допомогою автоматичної кормової станції можна організувати видачу концентрованих кормів невеликими дозами протягом доби, коли тварина саме підходить до годівниці (кормової станції).

Очевидно, індивідуальна роздача кормів вимагає виконання ряду умов: ідентифікація тварини, вимірювання його продуктивності і наявність керованого дозуючого пристрою.



а



б

Рис. 2.3.5. Автоматизована система індивідуального годування ВРХ:
 а – технологічна схема системи: 1 – передавач; 2 – приймально-передавальний пристрій; 3 – годівниця; 4 – дозатор; 5 – бункер; 6 – мікроЕОМ;
 б – функціональна схема: 1 – ідентифікуючий пристрій;
 2 – транспортер; 3 – генератор електромагнітних хвиль;
 4 – приймальний пристрій; 5 – блок пам'яті; 6 – передавальний пристрій; 7 – декодуючий пристрій

Автоматичну ідентифікацію тварин здійснюють за допомогою радіотехнічного пристрою – датчика, закріпленого у вусі або на спеціальному ошийнику (рис. 2.3.5, а). Найважливішою конструкцією такого датчика є передавач, що об'єднує в одному корпусі приймальний і передавальний пристрої (рис. 2.3.5, б). Живлення схеми

передавача здійснюється через приймальну феритову антену від генератора, що входить до складу ідентифікуючого пристрою. Передавальний пристрій виробляє послідовність імпульсів відповідно до індивідуального коду, закладеного в пам'яті передавача. Цей сигнал випромінюється передавальним пристроєм на фіксованій частоті, приймається ідентифікуючим пристроєм, декодується і використовується управляючим пристроєм системи автоматичного годування як ідентифікатор тварини.

Кормороздача на свинотоварних фермах обумовлена віком свиней, способом їх утримання, раціоном годування.

На свинотоварних фермах в свинарниках-відгодівельниках найбільш поширені мобільні електрифіковані кормороздавачі – змішувачі *КС-1,5*, *КЭС-1,7*, *РС-5А*. Вони призначені для перемішування і роздачі кормових сумішей вологістю 60...80%. Мобільний електрифікований кормороздавач *КСП-0,8* призначений для нормованого роздавання кормів у свинарниках-маточниках свиноматкам та поросяткам-сисунам. Вказані кормороздавачі за допомогою транспортерів чи транспортних засобів завантажуються кормами, що надходять з кормоцеху в готовому вигляді. За принципом роздачі кормів вказані кормороздавачі майже аналогічні.

Кормороздавач-змішувач КС-1,5 (рис. 2.3.6.) призначений для перемішування і роздавання кормових сумішок на репродуктивних і відгодівельних свинофермах. Це бункер, змонтований на візку з опорними колесами, який переміщується по рейковому шляху за допомогою електропривода. Крім того, до складу кормороздавача входять лопатева мішалка, вивантажувальні шнеки. Бункер зварної конструкції, складається із середньої циліндричної частини, а також верхньої і нижньої частин, виконаних у формі зрізаних конусів. В середині бункера розміщена лопатева мішалка. Днище має вивантажувальні вікна, які перекриваються заслінками. До днища кріпляться вивантажувальні шнеки.

Для запобігання підтікання корму вивантажувальний пристрій обладнаний спеціальним ущільненням. Переміщення заслінки в напрямних пристроях здійснюється штурвалом через шестерню і зубчасту рейку.

Привод візка кормороздавача здійснюється від мотор-редуктора через ланцюгову передачу, привод мішалки – від мотор-редуктора через розподільну коробку, а приводи вивантажувальних шнеків – клинопасовими передачами.

Принципова електрична схема кормороздавача КС–1,5 зображена на рис. 2.3.7. На ввіді кабелю живлення кормороздавача встановлено захисний вимикаючий пристрій *SF* типу *ЗОУП-25*, що призначений для захисту людей і тварин від ураження електричним струмом, захисту ізоляції електроустаткування від неприпустимих струмів витоку через неї на землю, а також від струмів витоку, що виникають при несиметричних коротких замиканнях на землю.

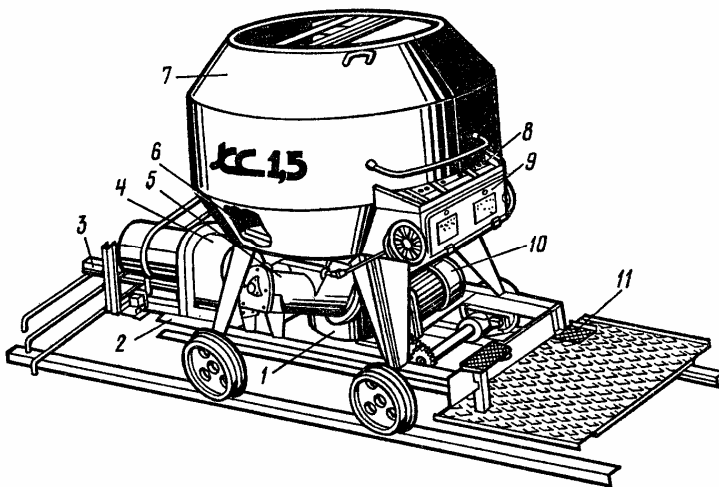


Рис. 2.3.6. Кормороздавач КС –1,5:

1 – розподільча коробка; 2 – ходова частина; 3 – пристрій зупинки кормороздавача при зіткненні з перешкодами; шинк вивантаження корму; 4 – мотор-редуктор змішувача; 5 – вивантажувальні шинки; 6 – мішалка; 7 – бункер-змішувач; 8 – пульт керування; 9 – панель приладів; 10 – електродвигун механізму переміщення; 11 – педаль гальма

При включенні пристрої *SF* та автоматичному вимикачі *QF* загоряється лампа світлосигнальної арматури *HL*, яка сигналізує про наявність напруги в ланцюзі керування. Потім вмикається пакетно-кулачковий вимикач *SA*. При натисканні кнопки *SB2* замикається ланцюг магнітного пускача *KM1* і запускається електродвигун змішувача *M1*. Кнопкою *SB3.2* подається напруга на котушку реверсивного магнітного пускача *KM2.1* і котушка пускача *KM5*, що використовується, проміжного реле. При цьому запускається електродвигун ходової частини (візка) кормороздавача *M2* для руху кормороздавача

уздовж годівниць вперед. Кнопкою *SB4.2* вмикають електродвигун першого шнека *M3* або кнопкою *SB5.2* вмикають електродвигун другого шнека *M4* залежно від того, на яку сторону вивантажується корм. При двосторонній роздачі корму вмикають обидва шнеки.

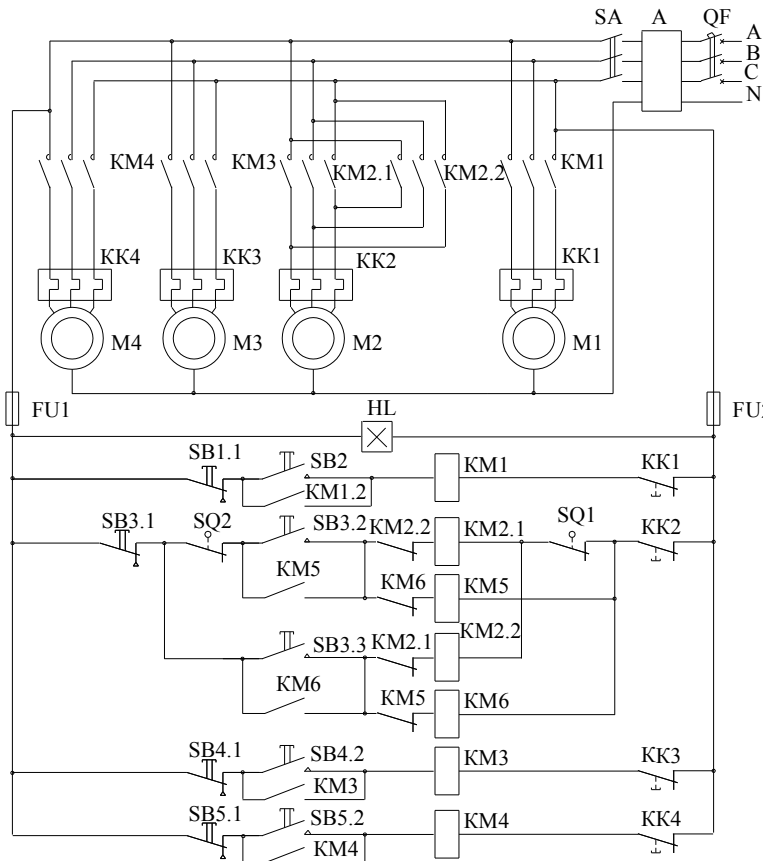


Рис. 2.3.7. Принципова електрична схема кормороздавача КС-1,5

При натисканні педалі гальма розмикаються контакти кінцевого вимикача *SQ1*, вимикається тяговий електродвигун *M2*, і під дією гальма і сил опору руху кормороздавач майже миттєво зупиняється. При відпусканні педалі гальма контакти *SQ1* знову замикаються і відбувається миттєве вмикання тягового електродвигуна *M2* без

додаткового натискання кнопки *SB3.2* чи *SB3.3* і рух відбувається в ту сторону, у яку рухався кормороздавач до натискання педалі гальма.

У даному випадку кормороздавач рухався вперед, пускач *KM5* залишався під напругою і його контактами кнопка пуску *SB3.2* буде заблокована.

Якщо на шляху руху вперед зустрінеється перешкода, то під її дією пристрій, що знаходиться попереду кормороздавача, діє на кінцевий вимикач *SQ2*, розмикаючи його контакти і автоматично зупиняючи кормороздавач.

Після спорожнювання бункера кнопкою *SB3.1* зупиняють тяговий електродвигун *M2*, привод вивантажувальних шнеків вимикають кнопками *SB4.1* і *SB5.1*, а потім тяговий двигун кормороздавача *M2* переключають на зворотний хід кнопкою *SB3.3*.

Кормороздавач вологих кормосумішей КВК-Ф-15 (ТУ 105-3-1134-86) призначений для дозованого роздавання кормосуміші вологістю 65–75 % з розмірами часток не більше 10 мм у групові годівниці на свинофермах.

Кормороздавач складається (рис. 2.3.8) із бункера-живильника 1, шафи керування 2, електронасосного агрегату 3, перемикача потоків 4, кормопроводу 5, механізму відкривання клапанів 6, напрямної 7, відводів 8 та електроконтактного манометра 9.

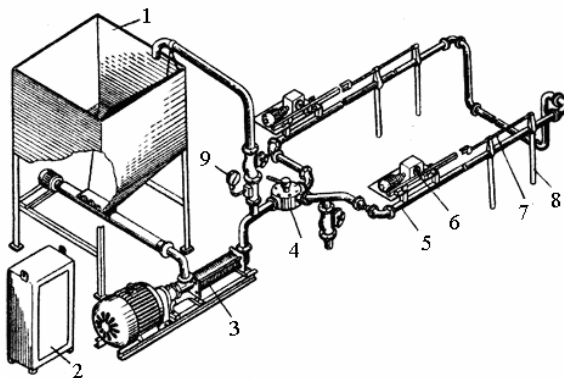


Рис. 2.3.8. Загальний вигляд кормороздавача вологих кормосумішей КВК-Ф-15:

- 1 – бункер-живильник; 2 – шафа керування; 3 – електронасосний агрегат
4 – перемикач; 5 – кормопровід; 6 – механізм відкривання клапанів;
7 – напрямна; 8 – відвід; 9 – електроконтактний манометр

Електронасосний агрегат ІВ 20/10 поєднує в собі електродвигун, проміжний корпус і гвинтовий насос.

Перемикач потоку – це триходовий кран, який складається з корпусу, кришок та барабана.

Кормопровід виготовлений із сталюї труби діаметром 80 мм, в якій є вікна для витікання корму і отвори для тросів випускних клапанів.

До складу механізму відкривання клапанів входять електродвигун, черв'ячний редуктор, зубчаста рейка, штанга з упорами, напрямна і двоплечі важелі.

Випускний клапан – це пластмасовий конус з жорстко закріпленим співвісним йому тросом, на якому фіксується упор.

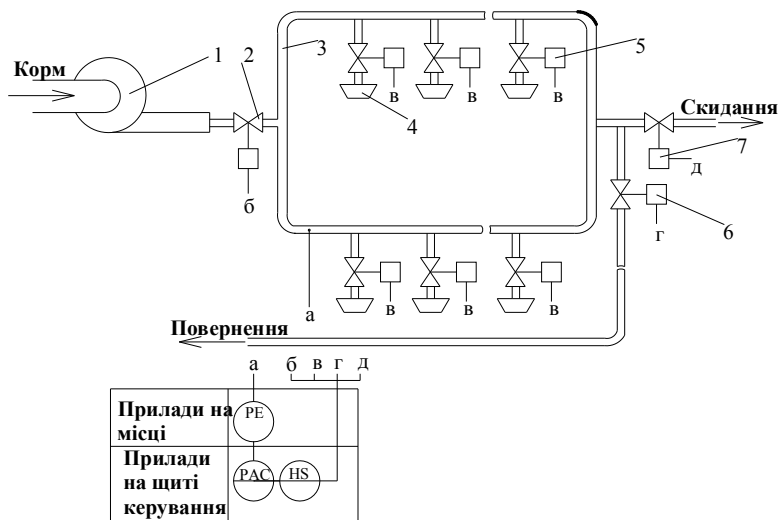


Рис. 2.3.9. Функціональна схема автоматизації кормороздавальної гідралічної системи:

1 – гідронасос; 2 – головний клапан; 3 – лінія кормороздачі;
4 – годівниця; 5 – місцевий клапан дозування; 6 – клапан повернення; 7 – клапан скидання

Процес роботи здійснюється в такій послідовності. Кормосуміш гвинтовим насосом нагнітається через перемикач потоку в кормопровід. Потім за програмою, встановленою реле часу, послідовно відкриваються випускні вікна і корм по відводах спрямовується у

годовниці. Після видачі кормосуміші останнім клапаном вимикається електронасосний агрегат, штанга автоматично повертається у вихідне положення. Після встановлення перемикача потоку для заповнення наступного кормопроводу процес повторюється.

Тросово-шайбові кормороздавачі використовують при нормованій годівлі сухими комбікормами. Згідно з функціональною схемою автоматизації (рисунок 2.3.10) управління роздачею кормів здійснюється так. З бункера добової норми видачі корму *БСК 1*, що знаходиться поза тваринницьким приміщенням, шнековим транспортером комбікорм подається на проміжний бункер 2, що знаходиться в приміщенні.

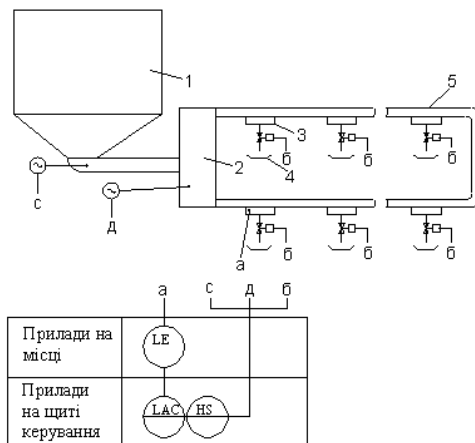


Рис. 2.3.10. Функціонально-технологічна схема тросово-шайбового кормороздавача

З проміжного бункера корм переміщується по кормопроводу тросово-шайбовим транспортером. Через отвори в кормопроводі комбікорм просипається в індивідуальні (групові) дозатори 3. В останньому індивідуальному дозаторі встановлено датчик рівня *LE*. Сигнал про готовність видачі корму з датчика рівня потрапляє на регулятор рівня сигналізуючий *LAC*. Регулятор рівня забезпечує двопозиційне керування електроприводом завантажувального шнека та тросово-шайбового транспортера залежно від рівня кормів у індивідуальних дозаторах. Видача корму виконується за командою від програмного пристрою *KS* в установлений час, шляхом одночасного ввімкнення заслінок з електромагнітним приводом.

Спіральні кормороздавачі використовують при ненормованих видачах сипких кормів в свинарниках. За будовою вони схожі до тросово-шайбових. Добова норма видачі кормів зберігається, як і в попередній системі, в бункерах *БСК*. З бункера *БСК* до проміжного бункера та дозаторів по трубопроводах корм подається спіральними транспортерами. Електропривод спіральних транспортерів має програмне керування, яке забезпечує постійну наявність корму в дозаторах. На відміну від попередньої системи, індивідуальні чи групові дозатори мають лише регулювальні заслінки, тому корм в годівницях знаходиться постійно і споживається тваринами за бажанням.

Кормороздача в птахівництві в значній мірі залежить від способів утримання птахів. Розглядають такі способи вирощування та утримання птиці: підлоговий, клітковий та комбінований.

При підлоговому утриманні птахи утримуються на підлозі пташника з можливим виходом або без нього. При такому утриманні значні затрати праці і обмежена концентрація поголів'я. Безвигульне підлогове вирощування та утримання птахів передбачає використання глибокої підстилки на планчастій або сітчастій підлозі; добру вентиляцію, оптимальний світловий режим. При цьому підвищується рівень механізації та автоматизації виробничих процесів, поліпшується продуктивність, зростає економічна ефективність виробництва. На рисунку 2.3.11 показано технологічну лінію роздачі кормів при безвигульному підлоговому утриманні птахів. Така технологія характерна при використанні тросово-шайбових та спіральних транспортерів кормороздачі.

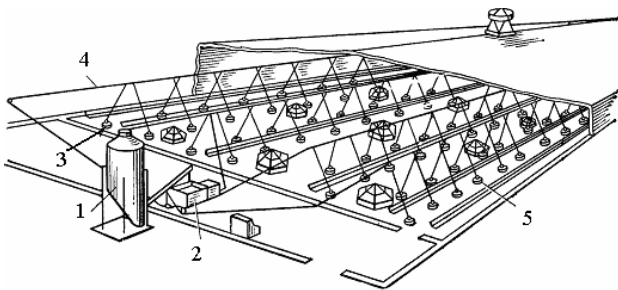


Рис. 2.3.11. Технологічна лінія роздачі кормів при безвигульному підлоговому утриманні птахів:

1 – бункер для зберігання кормів *БСК*; 2 – бункер-дозатор;
3, 5 – годівниці; 4 – кормопровід

При клітковому утриманні птахів розміщують у кліткових батареях, які складаються з кількох ярусів кліток. У кожену клітку вміщують по 3–10 курей або 10–60 курчат. Розташування курей малими групами зменшує стресові ситуації при формуванні груп, полегшує спостереження за ними. Відносно обмежений рух курей у клітках призводить до зменшення затрат корму порівняно з підлого-вим утриманням при такій же продуктивності. При клітковому утриманні збільшуються витрати металу, але відпадає потреба в підстилці і в 3–4 рази збільшується поголів'я на одиниці площі.

Комбіноване вирощування полягає в тому, що курчата до 1,5–2-місячного віку утримуються в клітках з обігрівом, а потім їх переводять на підлогове утримання в легких приміщеннях, що не опалюються. Такий спосіб застосовують на невеликих птахофабриках.

При аналізі рівнів механізації та автоматизації при різних способах утримання птахів слід відмітити, що при утриманні в кліткових батареях вони найвищі. У батареях передбачається автоматизоване керування фактично повним комплексом технологічних процесів і операцій: роздавання корму, напування птахів, видалення посліду, збирання яєць, підтримання оптимальних параметрів мікроклімату.

Для годівлі птахів застосовують збалансовані за вмістом живильних речовин гранульовані або розсипні комбікорми. Пташники, як правило, комплектують одновіковою і рівнозначною за продуктивними властивостями групою птахів. Для годівлі птахів застосовують жолобкові годівниці і бункерні автогодівниці різної конструкції.

Обладнання роздачі корму при утриманні в кліткових батареях (рис. 2.3.12) складається: з зовнішнього бункера 6 зберігання та видачі сухих кормів; розподільного транспортера 5 подачі кормів від зовнішнього бункера в бункери-дозатори 4 рядів батарей; засобів розподілу корму в жолобкові годівниці. В якості засобів розподілу корму в жолобкові годівниці для даного варіанту кормороздачі є ланцюгові транспортери. При цьому корм з нерухомих бункерів-дозаторів подається на ланцюговий транспортер, що переміщується всередині годівниці. Автоматизація кормороздачі в даному випадку зводиться до програмного керування періодичністю видачі кормів, контролю рівня корму в бункерах дозаторах та керування розподілом кормів в жолобкових годівницях.

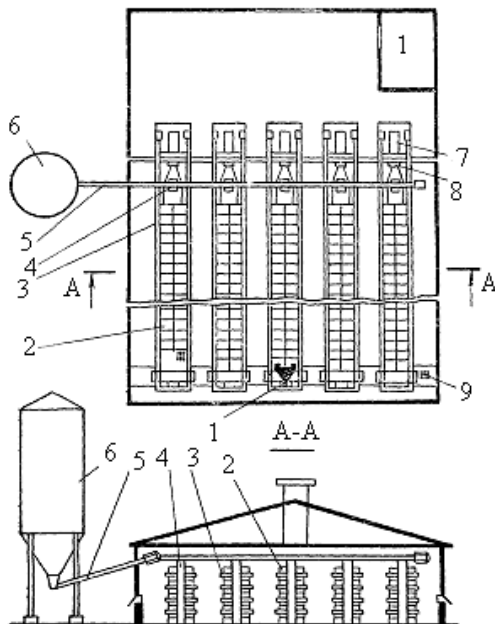


Рисунок 2.3.12. Обладнання роздачі кормів в кліткових батареях з ланцюговим транспортером всередині жолобкової годівниці:

1 – установка для поздовжнього прибирання посліду; 2 – кліткова секція; 3 – жолобкова годівниця з ланцюговим транспортером; 4 – бункери-дозатори кліткової батареї; 5 – транспортер шнековий; 6 – бункер зберігання сухих кормів; 7 – елеватор для яєць; 8 – зрівнювальний бачок; 9 – установка для поперечного видалення посліду

Автоматизація лінії кормороздачі комплексу обладнання БКМ-3. Комплект обладнання БКМ-3 призначений для кліткового утримання молодняку курей-несучок. Технологічний процес роздачі корму виконується таким чином. Корм з бункера 1 подається похилим транспортером 5 до приймального горизонтального транспортера 4, який доставляє корм у бункери кліткових батарей, завантажуючи їх послідовно. Після того як корм повністю заповнить бункер першої батареї і закрити вивантажувальне вікно в коробі вивантажувального транспортера, він починає транспортуватися до бункера другої батареї і завантажувати його аналогічно попередньому. При заповненні останнього бункера лінія завантаження корму автоматично

вимикається. Приводи кормороздавальних ланцюгів вмикаються вручну кнопками або автоматично за командою програмного пристрою.

Принципова електрична схема керування завантаженням бункерів кліткових батарей БКМ-3 і кормороздачею першої батареї наведена на рисунку 2.3.13. Схеми керування кормороздачею у всіх інших батареях аналогічні першій. Апарати лінії кормозавантаження (КТ1, КМ1, КВ2, КТ2, HL1) знаходяться в загальному ящику керування. Апарати керування лінією кормороздачі (для першої батареї – КМ2, КВ3, HL2) розміщені в ящику керування відповідної батареї. У коло керування пускачем КМ1, який вмикає і вимикає всі електродвигуни лінії завантаження кормів, увімкнені контакти теплових реле КК1 – КК3 електродвигунів похилого і горизонтального транспортерів.

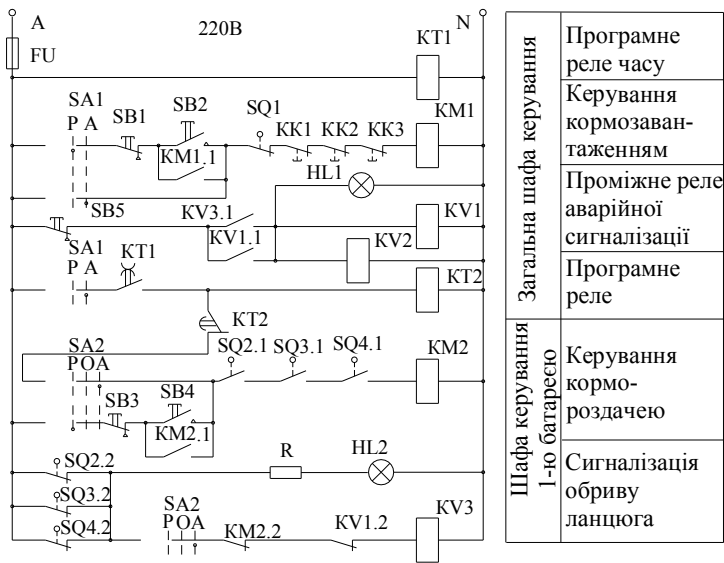


Рис. 2.3.13. Принципова електрична схема кормороздачі обладнання БКМ-3.

Для роботи в ручному режимі перемикачі SA1 і SA2 ставлять у положення “Р”. Транспортери кормозавантаження вмикають кнопкою SB2. Вимикається двигун транспортера після заповнення бункера останньої батареї кінцевим вимикачем SQ1 або натисканням кнопки

SB1. Двигун кормороздачі першої батареї вмикається і вимикається натисканням кнопок *SB3* і *SB4*.

При обриві ланцюга кормороздавача двигун його приводу вимикається контактами вимикачів обриву ланцюга *SQ2.1-SQ4.1*, а контактами *SQ2.2-SQ4.2* вмикаються сигнальні лампи в ящику керування батареєю та в залі.

В автоматичному режимі перемикачі *SA1* і *SA2* ставлять у положення “*A*”. Механізми кормозавантаження вмикаються і вимикаються контактом кінцевого вимикача *SQ1*, що розміщений на бункері останньої кліткової батареї. При його заповненні подається команда на зупинку двигунів транспортерів.

Команди на вмикання транспортерів кормороздавачів подаються від програмного пристрою *KT1*, відповідно до технологічних режимів годівлі. При замиканні контакту *KT1* через розмикаючий контакт *KT2* другого реле часу відбувається автоматичний запуск двигунів кормороздавачів всіх кліткових батарей. Витримка часу реле *KT2* дорівнює тривалості кормороздачі батареї.

У випадку обриву ланцюга кормороздавача на будь-якому ярусі кліткової батареї перемикаються контакти одного з кінцевих вимикачів *SQ2-SQ4*. При цьому вимикається електромагнітний пускач ланцюгового транспортера *KM2*, а реле *KV3* вмикається. Контакт *KV3.1* замикає коло обмоток реле *KV1* і *KV2*, які своїми контактами вмикають сигнальну лампу *HL1* в залі та лампу сигналізації батарей (на схемі не показана). Для зняття сигналу в залі перемикач *SA2* ставлять у положення “*O*” і натискають кнопку *SB5*.

Автоматизація лінії кормороздачі комплектом обладнання КБН.

Зовнішній вигляд багатоярусних кліткових батарей типу *КБН* наведено на рисунку 2.3.14. Як і в попередньому варіанті, сухий корм до пташників підвозять спеціальним автокормовозом-завантажувачем і заповнюють бункер типу БСК-10 для зберігання сухих кормів. Похилим шнековим транспортером і горизонтальним поперечним транспортером корм подається до приймальних бункерів навісних кормороздавачів двобічної дії. На відміну від попередніх (стаціонарних бункерів-дозаторів) наповнені навісні бункери-дозатори переміщуються вздовж кліткової батареї і вивантажують корм у жолобкову годівницю. Одночасно з кормороздачею здійснюється прибирання посліду під кожним ярусом кліткової батареї.

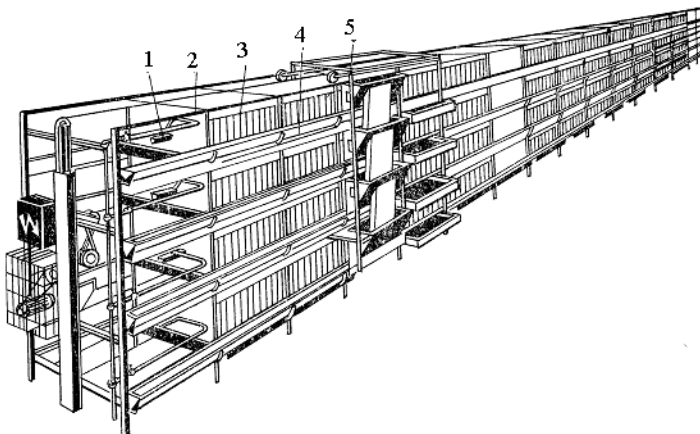


Рис. 2.3.14. Кліткова батарея КБН для утримання курей-несучок:
 1 – напувалки; 2 – каркас; 3 – клітка; 4 – годівниця; 5 – кормороздавач

Рухомі бункери-дозатори кормороздачі та скребки для видалення посліду приводяться у дію від електродвигуна *М1* потужністю 0,6 кВт через редуктор та систему передач.

При зворотньому русі роздавача корм продовжує заповнювати годівниці, а скребки для видалення посліду здійснюють холостий хід. У кінці пташника встановлено транспортер, який видаляє послід за межі будівлі з одночасним завантаженням у транспортні засоби.

Принципова схема керування роздаванням корму і прибирання посліду (рисунок 2.3.15) може працювати у “Ручному” та “Автоматичному” режимах. У “Ручному” режимі керування електродвигунами *М1*, *М2*, *М3* відбувається за допомогою відповідних кнопок “Пуск” та “Стоп” (*SB1*, *SB2В*, *SB2Н*, *SB3*).

При “Автоматичному” керуванні вмикання роздавача здійснюється програмним реле часу *КТ*. У вихідному положенні кормороздавачів контакти кінцевих вимикачів *SQ4*, *SQ5*, *SQ6*, *SQ7* будуть замкнені. Якщо приймальні бункери-дозатори останнього роздавача не заповнені кормом, то контакти фотореле *ВL* замкнені і котушка магнітного пускача *КМ3* одержує живлення та вмикає двигун *М3* горизонтального скребкового транспортера. Одночасно замикаючі контакти *КМ3* подають напругу на котушку пускача *КМ2*, який вмикає двигун *М2* приводу похилого шнекового транспортера.

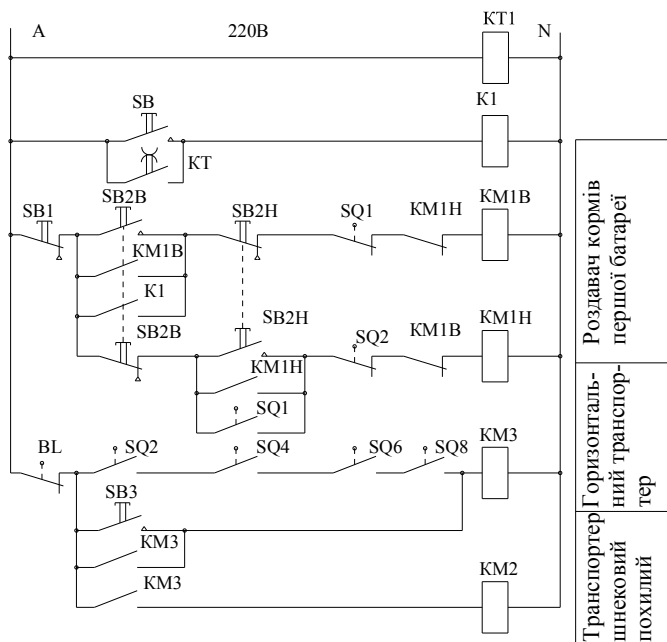


Рис. 2.3.15. Принципова електрична схема керування електроприводом роздавання корму на птахофермах з комплектом обладнання КБН

При роботі завантажувальної лінії йде почергове заповнення бункерів кормороздавачів, починаючи з першого. Після заповнення останнього бункера розмикаються контакти фотореле BL і двигуни M2 та M3 заповнення бункерів-дозаторів зупиняються.

У визначений час контакти програмного реле часу KT замикаються, вмикається проміжне реле K1. Замикаючі контакти K1 подають напругу на котушку магнітних пускачів KM1B (KM2B, KM3B, KM4B), які вмикають електродвигуни M1A (M1Б, M1В, M1Г) навісних роздавачів, і всі роздавачі починають переміщуватися вздовж пташника і роздавати корм.

На принциповій електричній схемі показано лише кола керування електродвигуна M1 кормороздавача А (KM1B). Аналогічно йде керування роздавачами Б, В, Г.

Одночасно з роздаванням корму йде прибирання посліду. Коли роздавач доходить до кінця приміщення, упори скребків четвертих

ярусів натискають на кінцеві вимикачі *SQ1*, *SQ3*, *SQ5*, *SQ7* і привод реверсується.

При зворотному русі роздавання кормів у годівниці триває. У вихідному положенні упори скребків третього ярусу натискають на кінцеві вимикачі *SQ2*, *SQ4*, *SQ6*, *SQ8*, кормороздавачі вимикаються для підготовки до наступного завантаження кормами.

Питання для самоконтролю

1. Вимоги до обладнання кормороздачі в тваринницьких та птахівницьких приміщеннях.

2. Дайте загальну характеристику мобільних кормороздавачів, що використовуються на фермах ВРХ.

3. Дайте загальну характеристику стаціонарних кормороздавачів, що використовуються на фермах ВРХ та вкажіть принципи їх автоматизації.

4. Принципи автоматизації ліній роздачі корму для ВРХ.

5. Дайте загальну характеристику тросово-шайбових та спіральних кормороздавачів, що використовуються на свинотоварних фермах. Вкажіть принципи їх автоматизації.

6. Дайте загальну характеристику кормороздавачів, що використовуються в пташниках з підлоговим утриманням птахів та вкажіть принципи їх автоматизації.

7. Дайте загальну характеристику кормороздавачів, що використовуються в пташниках з утриманням в кліткових батареях та вкажіть принципи їх автоматизації

ТЕСТИ

1. Які засоби автоматизації використовуються в кормороздавачі РВК-Ф-74?

А. Програмні реле часу, що знаходяться в шафі керування, та два кінцевих вимикачі, які розміщені по краях годівниці, датчик наявності корму.

В. Два реле часу, що знаходяться в шафі керування, та два кінцевих вимикачі, які розміщені по краях годівниці.

С. Кінцевий вимикач, що знаходиться спереду кормороздавача, призначений для миттєвої зупинки при появі перешкоди на його шляху.

2. Використовуючи принципову електричну схему керування кормороздавача РВК-Ф-74, вкажіть, для чого використовуються реле часу КТ1, КТ2.

А. Для здійснення програмного керування відповідно до початку роздачі кормів та видалення відходів.

В. Для керування попереджувальним сигналом відповідно про початок роздачі кормів та видалення відходів.

С. Для здійснення керування реверсуваням електродвигуна переміщення стрічки транспортера.

3. Який пристрій використовують для автоматичного вмикання лінії кормороздачі ТВК-80Б в заданий час доби?

А. Реле часу КТ2.

В. Шляхові (кінцеві) вимикачі SQ1, SQ2?

С. Реле часу КТ1.

4. Які засоби автоматизації використовуються в кормороздавачі КС-1,5?

А. Реле часу.

В. Реле часу, кінцеві вимикачі.

С. Кінцеві вимикачі.

5. Використовуючи принципову електричну схему керування кормороздавача КС-1,5 вкажіть, для чого використовується кінцевий вимикач SQ1?

А. При заклинюванні шнеків вивантаження корму, зупиняє їх привод.

В. При появі перешкоди, під дією її стрижневий пристрій, що знаходиться попереду кормороздавача, вимикає тяговий електродвигун М2.

С. При натисканні педалі гальма розмикаються контакти кінцевого вимикача і вимикається тяговий електродвигун М2.

6. Які засоби автоматизації використовуються в кормороздавачі вологих кормосумішей КВК-Ф-15?

А. Два реле часу, що знаходяться в шафі керування, та два кінцевих вимикачі, які розміщені по краях годівниці

В. Програмні реле часу, що знаходяться в шафі керування механізму відкривання клапанів.

С. Програмні реле часу, що знаходяться в шафі керування ,та два кінцевих вимикачі, які розміщені по краях годівниці, датчик наявності корму.

7. Використовуючи принципову електричну схему керування кормороздавача КЭС-1,7 вкажіть, якими кінцевими вимикачами виконується подача команди на вивантаження корму в годівниці?

- А. Кінцевими вимикачами SQ1, SQ2.
- В. Кінцевими вимикачами SQ4, SQ6.
- С. Кінцевими вимикачами SQ3, SQ5.

8. Які пристрої використовуються для автоматичного вмикання ланцюгового транспортера кормороздачі комплексу обладнання БКМ-3?

- А. Реле часу KT1.
- В. Реле часу KT2.
- С. Кінцевий вимикач SQ1.

9. Який пристрій використовується для автоматичного вмикання транспортера завантаження кормороздавача комплексу обладнання БКМ-3?

- А. Кінцевий вимикач SQ1.
- В. Кінцеві вимикачі SQ2- SQ4.
- С. Реле часу KT2.

10. Який пристрій використовується для автоматичного вмикання електроприводу бункерів-дозаторів кормороздавача комплексу обладнання КБН?

- А. Реле часу КТ.
- В. Кінцеві вимикачі SQ1, SQ2.
- С. Фотореле BL.

2.3.2. Автоматизація напування тварин і птахів

На тваринницьких фермах, на пасовищах і при табірних умовах утримання тварин використовують різні способи напування тварин. Залежно від способу утримання тварин та кількості поголів'я, що обслуговується, використовують індивідуальні і групові напувалки. За принципом дії розрізняють напувалки автоматичні і напівавтоматичні,

за наявності додаткових пристроїв – з електричним підігрівом води або без підігріву.

Одночашкова стаціонарна автоматична поїлка АП-1 (рис. 2.3.16) призначена для напування ВРХ при прив'язному утриманні тварин і розрахована для обслуговування двох тварин. Напувалка АП-1 складається з чаші 9, клапана 3 і важеля 2 з віссю 1. Клапанний пристрій напувалки складається з притискача 4, сидла 5, клапана 3, амортизатора 6 і корпусу 7. Гумовий амортизатор 6 діє на клапан 3 і щільно закриває вихідний отвір у гумовому сидлі 5. При цьому важіль 2, спираючись на кінець стержня клапана, що виступає назовні, піднімається над дном чаші 9. Поїлка наповнюється водою з водопровідної мережі при тиску $0,04 \dots 0,20$ МПа.

Оскільки у чаші завжди залишається трохи води, тварина, намагаючись напиться, натискує на важіль і тим самим відкриває клапан. Вода під дією напору надходить у чашу напувалки через отвори у нарізній пробці – притискачі 4. Важіль 2 і клапан 3 під дією амортизатора повертається у попереднє положення, і надходження води у чашу напувалки припиняється. Деталі напувалки, крім сидла, амортизатора і осі, виготовлені з пластмаси.

Автоматичну напувалку АП-1 можна встановити у будь-якому корівнику, де є водопровідна мережа або місткість для води. Її встановлюють на висоті 50–60 см від підлоги стійла і кріплять до вертикальної площини.

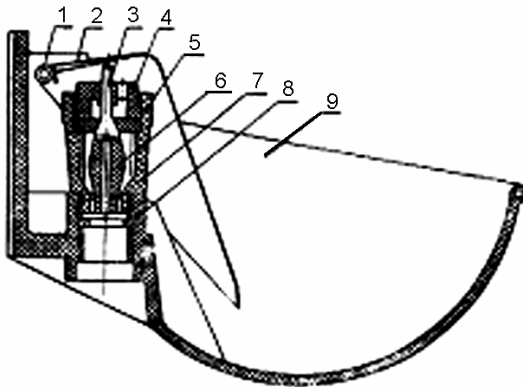


Рис. 2.3.16. Індивідуальна поїлка АП-1 для напування ВРХ:

1 – вісь; 2 – важіль; 3 – клапан; 4 – притискач; 5 – сидло;
6 – амортизатор; 7 – корпус; 8 – кільце; 9 – чаша

Групові поїлки АГК-4 (рисунок 2.3.17) використовують для напування ВРХ при безприв'язному утриманні на вигульних майданчиках. Поїлка дозволяє одночасно обслуговувати чотири тварини. Корпус 1 напувалки виготовлений з листової сталі. Він має всередині теплову ізоляцію 10. Напувалка складається з напувальної чаші 2 з кришкою 3, камери підігріву повітря, камери з поплавковим клапанним механізмом 5, електронагрівника 9 (потужністю 0,8 кВт при напрузі 220В) і підвідної труби 11. У стінці корпусу передбачене вікно для підключення автонапувалки до водопровідної мережі, яка закривається монтажною кришкою з написом "Підведення води". До дна чаші приварено стояк клапанно-поплавкового механізму і зливну трубку, що виходить за межі корпусу.

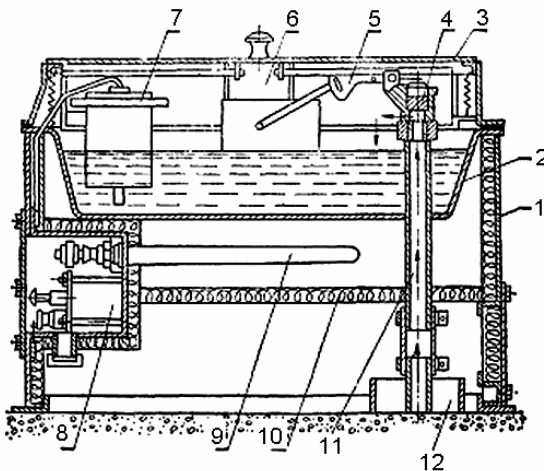


Рис. 2.3.17. Групова поїлка АГК-4А для напування ВРХ:

1 – корпус; 2 – чаша; 3 – кришка; 4 – клапан; 5 – поплавково-клапанний механізм; 6 – розподільник; 7 – регулятор температури; 8 – блок заземлення; 9 – електронагрівник; 10 – теплоізоляція; 11 – водопровідний трубопровід; 12 – утеплювальна труба

Клапанно-поплавковий механізм використовують для підтримання постійного рівня води у чаші. Підтримання температури води в межах 10...18°C здійснюється терморегулятором манометричного типу. Його використовують для вмикання нагрівника в діапазоні заданої температури.

Поїлка стаціонарна з самоочищенням ПСС-1 (рис. 2.3.18) призначена для напування свиней з одночасним очищенням від корму і



Рис. 2.3.18. Індивідуальна поїлка ПСС-1 для напування свиней

бруду. Вона складається з чавунного корпусу з чашею, з'єднаного з водопровідною мережею. Подача води в чашу здійснюється як і в автонапувалці АП-1 за допомогою важільно-клапанного механізму.

Поїлка ПБС-1 (рис. 2.3.19) призначена для напування свиней. Діє поїлка наступним чином. Тварина захоплює ротом сосок з носком і

притискає сосок. При натисканні на сосок 1 він переміщується до носка корпусу 2 і клапан 5 відкриває подачу води через зазор, що утворюється між корпусом і ним. В рот тварини вода потрапляє через сосок. При відпусканні соска клапан під дією амортизатора повертається у вихідне положення.

В розглянутих поїлках автоматична подача води здійснюється за допомогою клапанних механізмів різних типів. В системах напування тварин з індивідуальними поїлками в зимовий період передбачають підігрів води. Для підігріву води в замкнутому контурі магістралі автонапування встановлюють проточні електроводонагрівачі з автоматичним регулюванням температури нагріву води. Рівномірність температури води в різних точках системи автонапування досягається за рахунок використання циркуляційних насосів з керуванням за температурою води в найбільш віддаленій точці.

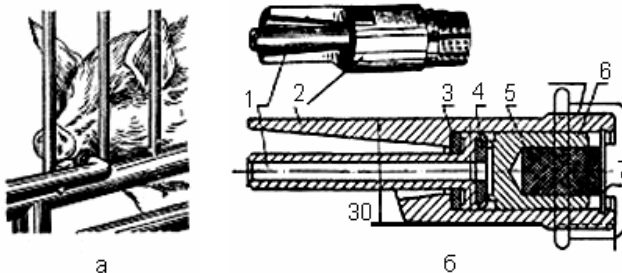


Рис. 2.3.19. Соскова поїлка ПБС-1:

*а – процес напування; б – будова поїлки; 1 – сосок; 2 – корпус;
3, 4 – ущільнювачі; 5 – амортизатор; 6 – клапан; 7 – упор*

Технологічний процес напування птахів має свої специфічні особливості, які обумовлені властивостями організму птахів та способом їх утримання.

При утриманні птахів в кліткових батареях використовують проточні жолобкові автопоїлки (рис. 2.3.20, а). Принцип керування такою системою полягає в автоматичному вмиканні і вимиканні електромагнітного клапана подачі води 1 на поїлки 3 за допомогою програмного пристрою. Дана система напування птахів має суттєві недоліки: витрати води в них в 3...3,5 рази перевищують споживання; значні затрати праці на очистку.

Групові чашкові (рис. 2.3.20, б) та непроточні жолобкові (рис. 2.3.20, в) поїлки використовують при утриманні птахів на підлозі та в кліткових батареях горизонтального типу. В даних поїлках управління подачею води здійснюється регуляторами прямої дії з клапанним механізмом.

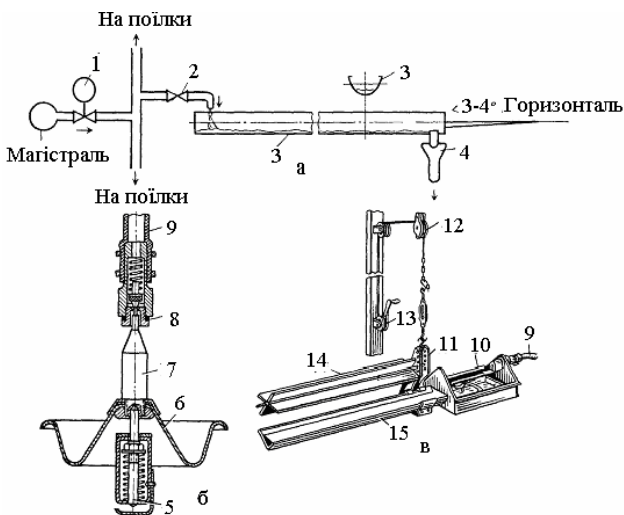


Рис. 2.3.20. Автопоїлки для птахів:

*а – проточна жолобкова; б – групова чашкова; в – непроточна жолобкова;
 1 – електромагнітний клапан; 2 – вентиль ручного регулювання; 3 – поїлки;
 4 – трубопровід каналізації; 5 – шток; 6 – чаша; 7 – підвіска; 8 – клапанний
 механізм; 9 – шланг водогону; 10 – поплавкова камера; 11 – штанга;
 12 – блок; 13 – барабан лебідки; 14 – огорожа для очистки
 від кормів; 15 – жолоб поїлки*

Ніпельні поїлки (рис. 2.3.21) використовують при різних умовах утримання птахів. В системах напування з ніпельними поїлками вода з водопровідної мережі подається в бачки. Рівень води в бачках підтримується поплавково-клапанними регуляторами рівня прямої. Через поліетиленові труби вода подається на магістраль з ніпельними поїлками. В магістралі напування надлишковий тиск води становить $0,34 \text{ МПа}$. Він залежить від рівня води в бачку і є однією із головних вимог нормальної роботи поїлок.

Робота поїлки полягає в тому, що за рахунок притирання фасок 3 клапанів 2 та 5 на кінці стержня клапана 5 зберігається крапля води. Коли птах клює її, відбувається дія на клапани 5 та 2 і це призводить швидкої появи нової краплі. Для усунення витрат води під ніпельними поїлками можуть встановлювати чаші.

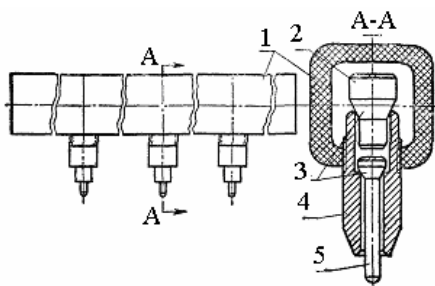


Рис. 2.3.21. Ніпельна поїлка:
 1 – труба; 2 – верхній клапан; 3 – фаски;
 4 – корпус; 5 – нижній клапан

Питання для самоконтролю

1. Які автонапувалки використовують для напування ВРХ?
2. Принципи автоматизації автонапувалок для ВРХ.
3. Які автонапувалки використовують для напування свиней?
4. Принципи автоматизації автонапувалок для свиней.
5. Які автонапувалки використовують для напування птахів?
6. Принципи автоматизації автонапувалок для птахів.

ТЕСТИ

1. Як поділяються автонапувалки залежно від кількості поголів'я, що обслуговується?

- А. Індивідуальні.
- В. Індивідуальні і групові.
- С. Стаціонарні й пересувні.

2. Який засіб автоматичного управління подачі води використовується в поїлках для тварин АП-1, ПСС-1?

- А. Регулятор прямої дії з поплавково-клапанним механізмом.
- В. Регулятор прямої дії з важільно-клапанним механізмом.
- С. Програмний пристрій.

3. Який засіб автоматичного управління подачі води використовується в поїлці АГК-4А?

- А. Регулятор прямої дії з поплавково-клапанним механізмом.
- В. Програмний пристрій.
- С. Регулятор прямої дії з важільно-клапанним механізмом.

4. Яким способом здійснюється нагрів води у автонапувалці АГК-4А?

- А. За допомогою змішування холодної води з гарячою.
- В. За допомогою нагріву ТЕНами
- С. За допомогою електродного нагріву.

5. Які засоби використовуються в системах автонапування для підігріву води?

А. Проточні електроводонагрівачі з регуляторами температури нагріву води.

В. Циркуляційні насоси з керуванням програмними пристроями.

С. Проточні електроводонагрівачі та циркуляційні насоси з регуляторами температури нагріву води.

6. Які засоби автоматичного управління подачі води використовуються в проточних жолобкових поїлках пташників?

- А. Регулятор прямої дії з поплавково-клапанним механізмом.
- В. Програмний пристрій.
- С. Регулятор прямої дії з важільно-клапанним механізмом.

7. Які засоби автоматичного управління подачі води використовуються в непроточних жолобкових поїлках пташників?

- A. Регулятор прямої дії з поплавково-клапанним механізмом.
- B. Програмний пристрій.
- C. Регулятор прямої дії з важільно-клапанним механізмом.

8. Які засоби автоматичного управління подачі води використовуються в чашкових поїлках пташників?

- A. Регулятор прямої дії з поплавково-клапанним механізмом.
- B. Програмний пристрій.
- C. Регулятор прямої дії з важільно-клапанним механізмом.

2.4. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ ТА ПОСЛІДУ

2.4.1. Автоматизація установок для прибирання гною та посліду

Роботи по прибиранню і видаленню гною та посліду характеризуються значною трудомісткістю. Використання того чи іншого типу установок залежить, в основному, від способу утримання тварин та птахів. В процесі прибирання гною та посліду виконують наступні операції: очищення місць утримання тварин та птахів; прибирання з приміщення та вивантаження в транспортні засоби чи сховища; утилізація.

Технологія утилізації гною дозволяє зменшити забруднення повітря та ґрунту, передбачає отримання якісних органічних добрив, газоподібного палива (біогаз).

Для прибирання гною в тваринництві: з вигульних майданчиків; приміщень безвигульного утримання тварин на глибокій підстилці, а також транспортування його з приміщень у гноєсховище або гноєплощадки використовують мобільні механізми: скрепери та бульдозери, причіпні тракторні візки, електрифіковані вагонетки. Для прибирання гною з корівників і свинарників використовують скребкові, скреперні транспортери, гідравлічні та пневматичні системи видалення гною.

Конвеєри скребкові гноєприбиральні типу КСГ (ТСН) отримали найбільше розповсюдження для прибирання гною з тваринницьких приміщень та видалення його в транспортні засоби. Їх використовують при утриманні великої рогатої худоби в стійлах та утримання свиней в станках.

Гноєприбиральний конвеєр КСГ-7-02 (*TCH-160A*) може працювати з додатковим жолобом для ланцюга, якщо скребки розміщені над ланцюгом, і в каналах без додаткового жолобу, якщо скребки – під ланцюгом.

Технологія прибирання гною така. Згорнутий в канали гній скребками горизонтального конвеєру 1 (рис. 2.4.1) переміщується вздовж каналу потрапляючи на похилий конвеєр 2. Похилим конвеєром гній вивантажується на транспортні засоби. Прибирання гною повинно виконуватися не менше трьох разів на добу. При використанні конвеєру застосовувати соломисту підстилку довжиною більше 100 мм не рекомендується. Перед прибиранням гною необхідно пересвідчитись в відсутності сторонніх предметів в каналі, при необхідності зняти перехідні містки. В першу чергу вмикається похилий, а потім горизонтальний конвеєр (для усунення завалів похилого конвеєра). В зимовий період перед пуском конвеєра необхідно пересвідчитись у відсутності примерзань ланцюга і скребків похилого конвеєра, а після виключення горизонтального конвеєра похилий конвеєр повинен пропрацювати 2 – 3 хвилини вхолосту.

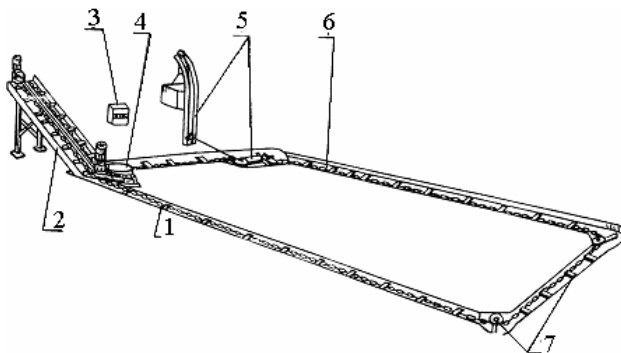


Рис. 2.4.1. Гноєприбиральний конвеєр КСГ-7-02:

- 1 – горизонтальний транспортер; 2 – похилий транспортер;
3 – ящик керування; 4 – мотор-редуктор горизонтального транспортера;
5 – натяжний пристрій; 6 – ланцюг з скребками; 7 – поворотний пристрій

Принципова електрична схема керування гноєприбиральним конвеєром КСГ-7-02 (рисунком 2.4.2) передбачає необхідну послідовність ввімкнення електродвигунів похилого М1 і горизонтального конвеєрів. Підготовка конвеєра до роботи здійснюється автоматичним

вимикачем *QF1*, при ввімкненні якого загорасться сигнальна лампа *HL1*. Кнопкою *SB3* забезпечується ввімкнення котушки електромагнітного пускача *KM1*, силовими контактами якого подається напруга на двигун *M1* похилого конвеєра. Допоміжний контакт *KM1.1* блокує кнопку пуск *SB3* і готує до роботи коло магнітного пускача *KM2*. Кнопкою *SB4* вмикається котушка магнітного пускача *KM2*, контактами *KM2* вмикається електродвигун *M2* горизонтального конвеєра, а контактом *KM2.1* блокується кнопка пуск *SB2*. Зупинка електродвигунів конвеєрів здійснюється у зворотній послідовності кнопками *SB1* та *SB4* (кнопкою *SB1* забезпечується вимкнення обох двигунів). Захист електродвигунів від коротких замикань здійснюється автоматичним вимикачем *QF1*, а від їх перегріву з будь-якої причини здійснюється пристроєм вбудованого температурного захисту *F* (УВТЗ). Захист кіл керування при виникненні коротких замикань здійснюється запобіжником *FU1*.

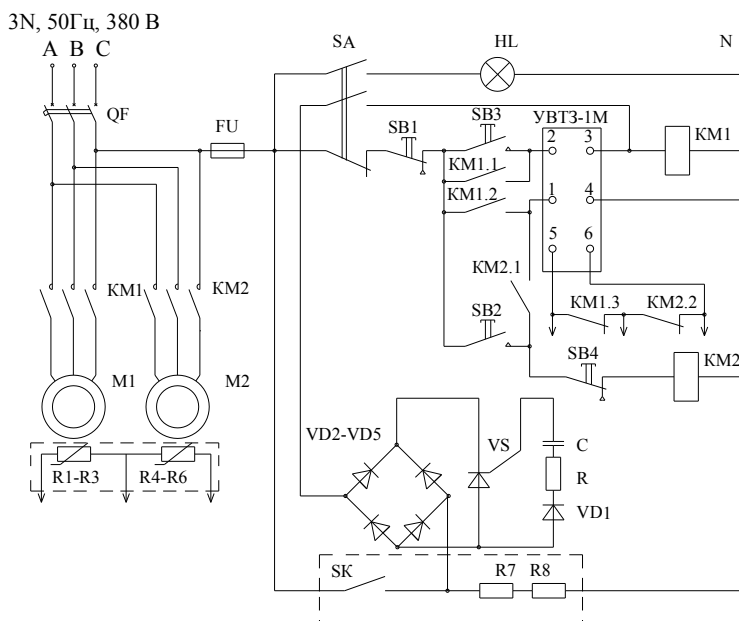


Рис. 2.4.2. Принципова електрична схема гносприбирального конвеєра КСГ-7-02 (ТСН-160А) з захистом від примерзання скребків

Передбачений також пристрій захисту двигуна похилого конвеєра в зимовий період. Вмикається він за допомогою перемикача *SA*, сигнальна лампочка *HL* сигналізує про цей режим. Якщо температура вище норми, контакт термореле *SK* замкнений і напруга з випрямляючого моста *YD2-YD5* подається через діод *YD1*, резистор *R* і конденсатор *C* на управляючий електрод тиристора *YS*, який відкривається. Коли температура повітря стає нижче норми, контакт *SK* термореле розмикається і тиристор *YS* закривається, блокуючи вмикання пускача *KM1* похилого конвеєра.

Скреперні установки типу УС призначені для прибирання гною ВРХ з відкритих проходів при безприв'язно-боксовому утриманні тварин, а також при утриманні свиней на щільовій підлозі.

При утриманні тварин на щільовій підлозі та для видалення гною з каналів можливе використання гідравлічних систем. Пневматичні системи використовують для транспортування гною в гноєсховища.

Скреперна установка (рис. 2.4.3) складається з приводного механізму 4, поворотних пристроїв 1, скребків 3, 5, ланцюгового контуру 2 довжиною 170 м, щита керування.

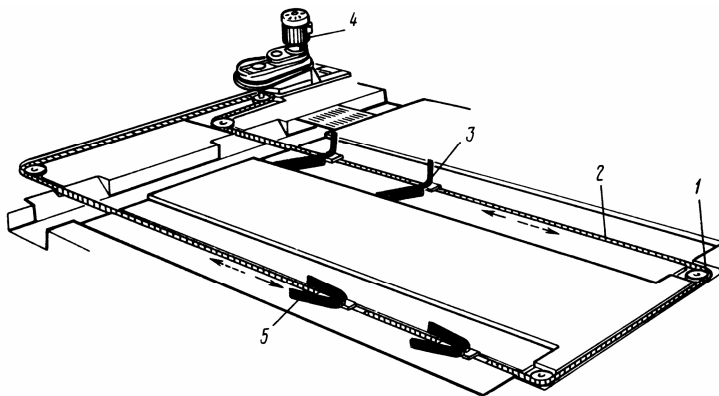


Рис. 2.4.3. Скреперна установка типу УС-15:

1 – поворотний пристрій; 2 – ланцюговий; 3, 5 – скребки;
4 – мотор-редуктор приводного механізму

Установка працює нормально за обмеженої кількості підстилко-вих матеріалів – торфу, подрібненої соломи, тирси – до 1 кг на голову

великої рогатої худоби на добу. Чистота прибирання залежить від якості бетонування гнойового каналу. Щоб скрепер міг прибирати крайні стійла, його робочі органи повинні виходити за межі стійла на 2,5–2,7 м з таким розрахунком, щоб при робочому ході він відкривався перед стійлом. Щоб забезпечити повне скидання гною, скребок має доходити до поперечного каналу. Одночасно потрібно стежити за тим, щоб скребок не доходив до поворотного пристрою.

Схема керування скреперною установкою УС-1,5 має ручне і автоматичне керування, яке задається вимикачем SA. Коли вимикач SA вимкнений, то здійснюється ручний режим, а коли замкнений – автоматичний режим роботи установки.

В автоматичному режимі безконтактний шляховий вимикач B1 спрацьовує при вмиканні поперечного транспортера і подає напругу на проміжне реле K3, яке замикає свій контакт в колі котушок магнітного пускача KM1 і KM2. Скрепки установки знаходяться в початковому положенні, при цьому спрацьовує безконтактний шляховий вимикач B2 і вмикає реле K2, який своїм замикаючим контактом подає напругу на котушку магнітного пускача KM2, а розмикаючими, що знаходяться в колі котушки магнітного пускача KM1, не дає можливості ввімкнутися. Він силовими контактами вмикає електродвигун установки. При досяганні скребками крайнього кінцевого положення спрацьовує безконтактний шляховий вимикач B3, який вмикає реле K1. Реле K1 розмикає розмикаючий контакт в колі котушки магнітного пускача KM2, що приводить до вимикання електродвигуна, а замикаючим контактом в колі котушки магнітного пускача KM1 подає на нього напругу керування. Це приводить до спрацювання силових контактів пускача і вмикання на реверс електродвигуна для руху скребків установки в зворотному напрямку.

У ручному режимі керування електродвигуном установки здійснюється за допомогою пускових кнопок SB2 або SB3, а вимикання – за допомогою кнопки SB1.

Живлення безконтактних шляхових вимикачів здійснюється пониженою напругою постійного струму, яка утворюється за допомогою трансформатора TV і випрямлячів. Затримка на вимикання проміжних реле K1–K3 здійснюється діодами VD3–VD6, які шунтують їхні котушки.

В тваринницьких комплексах для зменшення затрат праці створюють лінії прибирання гною в приміщенні з декількома скребковими транспортерами. При керуванні такими лініями передбачають необхідну послідовність включення електродвигунів транспортерів,

щоб уникнути завалів непрацюючого вивантажувального транспортера. Керування періодичністю та тривалістю роботи ліній прибирання гною виконують за допомогою програмних пристроїв.

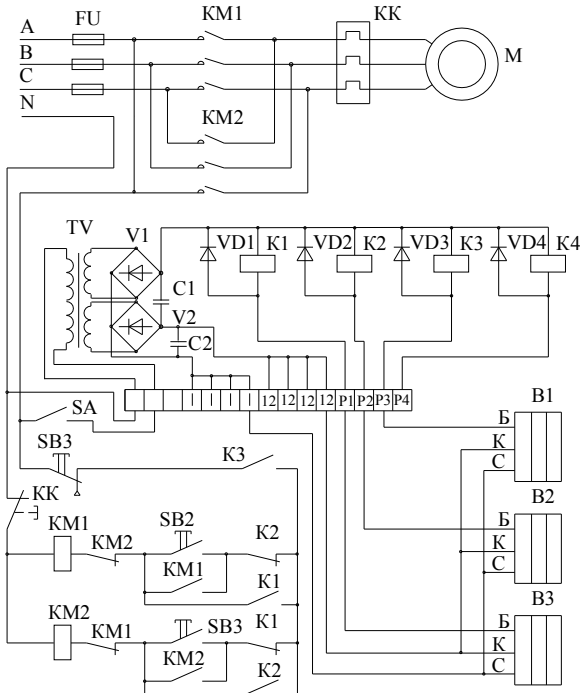


Рис. 2.4.4. Електрична принципова схема керування скреперною установкою УС-15

Вибір того чи іншого способу прибирання посліду в пташниках залежить, в основному, від технології утримання, виду і віку птиці. Засоби механізації прибирання посліду можна класифікувати за мобільністю на стаціонарні та пересувні. До стаціонарних належать механізми, які входять до комплектів технологічного обладнання пташників і змонтовані як усередині, так і за їхніми межами. Вони призначені для прибирання посліду з місць утримання птиці і транспортування його до пересувних транспортних засобів або

безпосередньо до місця утилізації. До пересувних належать бульдозери, тракторні причепа та спеціальні автомобілі.

Якщо птиця утримується в багатоярусних кліткових батареях, то послід прибирають з кожного ярусу канатно-скребковими установками і ними ж скидають на горизонтальні конвеєри.

Головними робочими органами канатно-скребкових установок є скребки, що закладаються по одному або по кілька на один ярус у між'ярусний простір. Скребки з'єднуються тросом у вигляді замкнутого контуру і приводяться в рух від електроприводу.

Можливе прибирання посліду по ярусах кліткових батарей за допомогою стрічкових транспортерів, які розміщують між ярусами кліток. Для видалення посліду зі стрічки в кінці кліток встановлюють нерухомі скребки.

При утриманні птахів на підлозі використовують канатно-скребкові конвеєри, що встановлюють в спеціальні послідні канали, які розміщені під настилом.

Для транспортування посліду за межі приміщень застосовують похилі конвеєри, скребкові гноснавантажувачі та інші пристрої.

Канатно-скребкові установки призначені для видалення посліду з каналів, розміщених вздовж пташника, при підлоговому утриманні птиці, а також при утриманні в одноярусних та каскадних кліткових батареях.

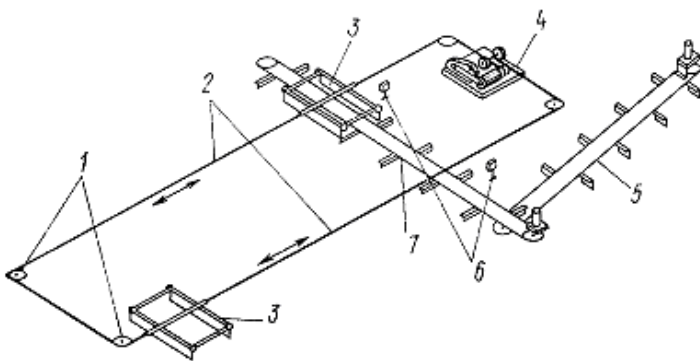


Рис. 2.4.5.а. Технологічна схема установки для прибирання посліду типу МПС:

1 – поворотний пристрій; 2 – трос; 3 – скребковий візок; 4 – приводна станція установки; 5, 7 – транспортер типу ТСН-3,0Б; 6 – кінцеві вимикачі

Схема канатно-скребкової установки типу *МПС* зображена на рисунку 2.4.5. Установки бувають одно- і двовізкові, тому залежно від кількості каналів у пташнику їх можна комплектувати для одно-, дво-, три-, чотири- та шестиканальних схем. Скребковий візок має раму з чотирма колесами і два скребки з канатом.

Приводна станція складається із зварної рами, на якій встановлені електродвигун, редуктор, приводний і натяжний барабан. Обертання від електродвигуна до редуктора передається клинопасовою передачею. Для натягання пасів електродвигун переміщують у поздовжніх пазах рами. Транспортер скребковий укомплектований складальними одиницями серійних скребкових конвеєрів типу *TCH-3,0Б* або *TCH-160А*.

В автоматичному режимі програмне реле *КТ* вмикає магнітний пускач *КМ1*, який силовими контактами вмикає електродвигун скребкового механізму і пускачем *КМ3* двигуни поперечного та вивантажувального транспортерів *TCH*. При досяганні скребками кінцевого вимикача *SQ1* він спрацьовує і своїми розмикаючим контактом вмикає магнітний пускач *КМ1*, а замикаючим контактом вмикає магнітний пускач *КМ2* для реверсування двигуна скребкового механізму. Установка вмикається за допомогою кінцевого вимикача *SQ2* при досяганні скребковим механізмом початкового положення.

В ручному режимі установка вмикається кнопкою *SB2* для руху механізму вперед, для руху в зворотному напрямку кнопкою *SB3*. Зупинка здійснюється за допомогою кнопки *SB1*.

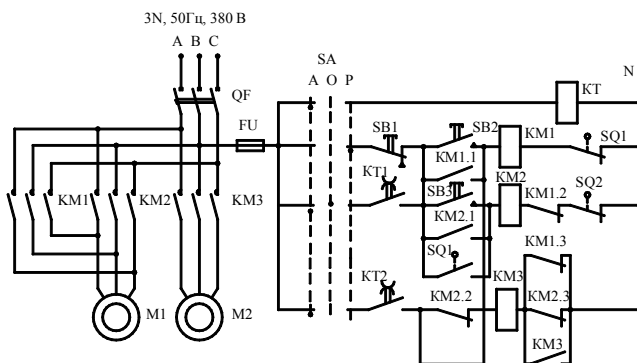


Рис. 2.4.5.б. Принципова електрична схема установки для прибирання посліду типу МПС

У системах, де відбувається об'єднання декількох технологічних операцій у загальну потокову лінію, найчастіше спільно проектується лінії збирання посліду, видалення з приміщення та транспортування в сховище. Для керування поточковими лініями прибирання посліду передбачають місцеве, дистанційне та автоматизоване керування електроприводами машин і механізмів. Системи автоматизації повинні забезпечувати послідовність автоматичного і ручного включення машин і механізмів в порядку, зворотному напрямку руху посліду, щоб виключити завал установок і зупинку лінії в заданій послідовності у випадку аварійної зупинки однієї з установок; контроль і сигналізацію роботи всіх машин і механізмів.

Питання для самоконтролю

1. Від чого залежить спосіб прибирання гною та посліду?
2. Які установки використовують для прибирання гною в приміщеннях ВРХ та принципи їх автоматизації?
3. Які установки використовують для прибирання гною в приміщеннях для утримання свиней та принципи їх автоматизації?
4. Які установки використовуються для прибирання посліду при клітковому утриманні птиці та принципи його автоматизації?
5. Які установки використовуються для прибирання посліду при утриманні птиці на підлозі та принципи його автоматизації?

ТЕСТИ

1. Для чого застосовують транспортер ТСН-160А?

- А. Для прибирання гною в приміщеннях ВРХ і свинарниках.
- В. Для прибирання гною в приміщеннях ВРХ і свинарниках та вивантаження його в транспортні засоби.
- С. Для транспортування гною в гноєсховище.

2. Використовуючи принципову електричну схему ТСН-160А, вкажіть, чим забезпечується послідовність включення електродвигуна горизонтального транспортера після пуску похилого?

- А. Кнопкою SB2.
- В. Контактom електромагнітного пускача КМ1.2.
- С. Електромагнітним пускачем КМ2.

3. Використовуючи принципову електричну схему TCH-160A, вкажіть, для чого використовується пристрій F?

А. Для блокування вмикання пускача КМ1 похилого транспортера.

В. Для захисту електродвигунів транспортерів при виникненні коротких замикань.

С. Для захисту електродвигунів транспортерів від перегріву з будь-якої причини.

4. Для чого застосовують скреперні установки типу УС-15?

А. Для прибирання гною ВРХ з відкритих проходів при безприв'язно-боксовому утриманні тварин, а також при утриманні свиней на щільовій підлозі.

В. Для прибирання гною в приміщеннях ВРХ і свинарниках та вивантаження його в транспортні засоби.

С. Для транспортування гною в гноєсховище.

5. Використовуючи принципову електричну схему установки УС-15, вкажіть, якими пристроями здійснюється автоматичне керування?

А. Безконтактним шляховим вимикачем.

В. Шляховими вимикачами.

С. Триьма безконтактними шляховими вимикачами.

6. Використовуючи принципову електричну схему установки УС-15, вкажіть, яку функцію виконує кінцевий вимикач SQ1?

А. В автоматичному режимі здійснює керування реверсом.

В. В автоматичному режимі здійснює керування вимкненням електромагнітного пускача КМ1 при досягненні скребка до каналу.

С. В автоматичному режимі через реле КЗ забезпечує аварійне вимкнення транспортера при перевищенні ходу скребків.

7. Які засоби автоматизації використовуються в канатно-скребковій установці типу МПС?

А. Програмне реле часу

В. Кінцеві вимикачі

С. Програмне реле часу та кінцеві вимикачі.

8. Для чого використовується програмне реле часу в канатно-скребковій установці типу МПС?

А. Для автоматичного вимикання установки за заданою програмою.

В. Для автоматичного вмикання установки за заданою програмою в заданий час доби.

С. Для автоматичного вмикання і вимикання установки за заданою програмою.

8. Для чого використовується кінцевий вимикач SQ2 в канатно-скребковій установці типу МПС?

А. Для автоматичного вимикання електродвигуна приводу скребкового механізму

В. Для автоматичного вимикання установки

С. Для автоматичного реверсу електродвигуна приводу скребкового механізму при досяганні скребками крайнього кінцевого положення

2.4.2. Автоматизація потокових ліній для видалення гною та посліду

Установки по видаленню гною з використанням візків призначені для прибирання гною в стійловому приміщенні, завантаження в транспортні візки та транспортування в гноєсховище.

Складається лінія з транспортера ТСН-3Б та візка, який рухається в гноєсховище по рельсі підвісної дороги.

Найпростіша технологічна лінія збирання і навантаження гною транспортерами типу ТСН-3Б у візки підвісної дороги може функціонувати як в ручному, так і автоматичному режимах (рис. 2.4.6).

В автоматичному режимі замикають тумблер SA або натискають кнопку SB5. Отримує живлення реле часу KTI, що вмикає магнітні пускачі KM3 та KM4 похилого і горизонтального транспортерів відповідно.

Коли візок наповнений гноем, спрацьовує ваговий пристрій і через кінцевий вимикач SQ3 вмикає реле часу KTI. З витримкою часу, необхідною для очищення від гною, зупиняються спочатку горизонтальний, а потім і похилий транспортери.

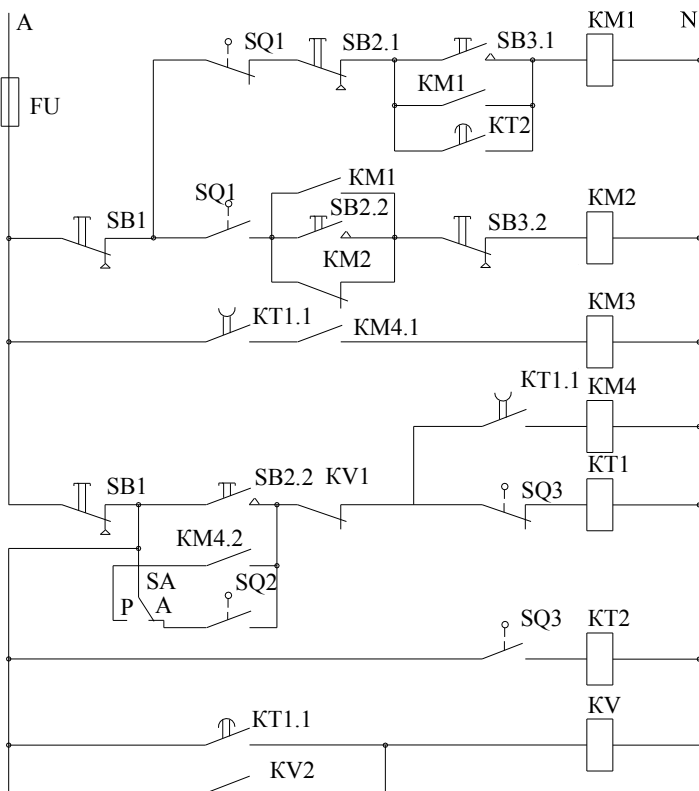


Рис. 2.4.6. Принципова схема керування лінією прибирання гною з використанням візків

Одночасно отримує живлення реле часу $KT2$, що з більшої, ніж у $KT1$, витримкою часу вмикає магнітний пускач $KM1$. Візок із гною рухається в сховище, де автоматично розвантажується і кінцевим вимикачем $SQ1$ реверсується. Повернення візка фіксується кінцевим вимикачем $SQ2$, що вмикає реле часу $KT1$, і процес повторюється.

Коли збирання гною буде закінчено, та його надходження у візок припиниться, кінцевий вимикач $SQ3$ залишиться в попередньому положенні. Контакти $KT1:3$ у колі KV замкнуться з витримкою, що перевищує тривалість циклу роботи установки, контакт $KV1$ вимкне установку з мережі.

Потокова лінія прибирання гною призначена для збирання гною та видалення його з приміщення, транспортування за допомогою поршневого насоса до гноєсховища.

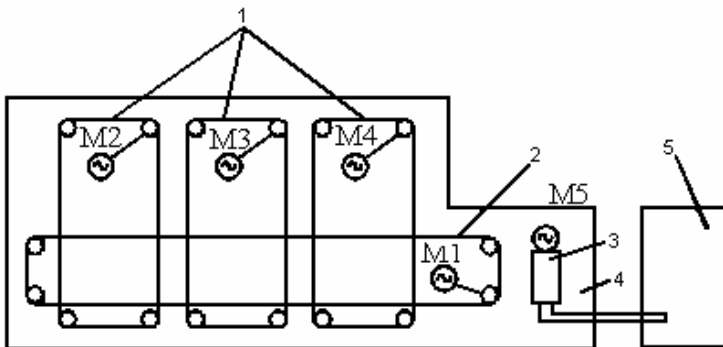


Рис 2.4.7. Технологічна схема автоматизації потокової лінії прибирання гною:

1 – поздовжні транспортери; 2 – поперечний транспортер;
3 – поршневий насос; 4 – гноєзбірник; 5 – гноєсховище

До складу потокової лінії входять три поздовжніх транспортери 1 (рис. 2.4.7), що прибирають гній із зони розміщення тварин, поперечний 2, який транспортує його до гноєзбірника 4, і поршневий насос 3, який перекачує гній до гноєсховища 5. Привод механізмів здійснюється від асинхронних електродвигунів М1-М5.

Схемою автоматизації передбачено ручне та автоматичне керування двигунами. При ручному керуванні двигуни вмикають і вимикають кнопками *SB1-SB10* (рис. 2.4.8). В автоматичному режимі роботою механізмів керують програмні пристрої *KT1* і *KT5* та реле часу *KT2-KT4*. У встановлений час програмне реле *KT1* замикає контакт і вмикає реле часу *KT2, KT3, KT4*. Реле *KT4* своїми контактами вмикає пускачі *KM1* двигуна поперечного транспортера і *KM2* двигуна першого поздовжнього транспортера.

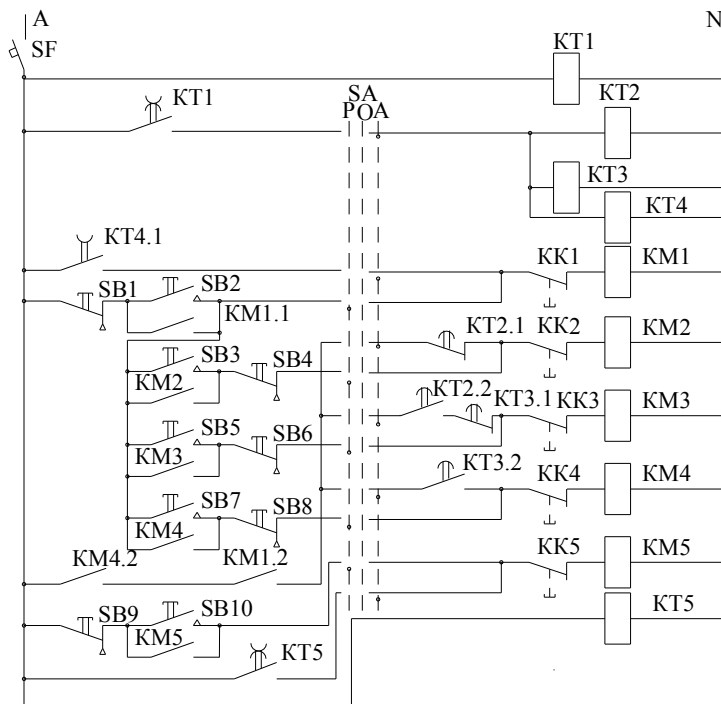
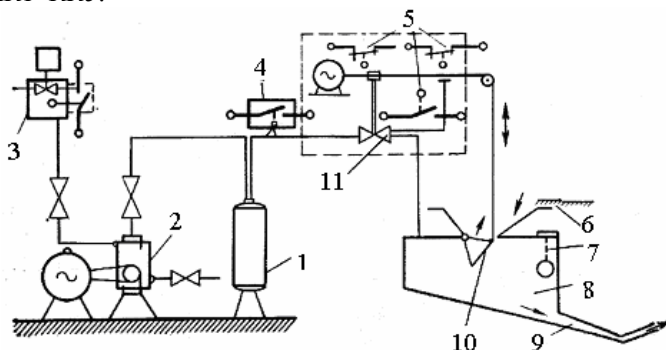


Рис. 2.4.8. Принципова електрична схема автоматизації потокової лінії прибирання гною

Через проміжок часу, достатній для прибирання гною першим поздовжнім транспортером, спрацьовує реле *KT2*, яке вимикає пускач *KM2* і вмикає пускач *KM3* двигуна другого поздовжнього транспортера. По закінченні прибирання гною другим поздовжнім транспортером спрацьовує реле часу *KT3*, яке подає команду на вимикання другого і вмикання третього поздовжнього транспортера. Через час від початку вмикання програмний пристрій *KT1* розмикає свій контакт і вимикає реле часу *KT2-KT4*. Пускач *KM4* вимикає двигун *M4* третього транспортера. Через час, достатній для звільнення від гною поперечного транспортера, реле часу *KT4* вимикає пускач *KM1*. Двигун поршневого насоса *M5* вмикається і вимикається пускачем *KM5* за командами програмного пристрою *KT5*.

Захист силових кіл і кіл керування здійснюється автоматичними вимикачами, захист електродвигунів від перевантажень – тепловими реле *КК1–КК5*.



Ри. 2.4.9. Схема збирання гною пневмотранспортом:

1 – ресивер; 2 – компресор; 3 – регулятор тиску; 4 – електроконтактний манометр; 5 – кінцеві вимикачі; 6 – гноєзбиральний канал; 7 – датчик рівня; 8 – гноєзбірник; 9 – трубопровід; 10 – затвор; 11 – повітряна заслінка

Пневматичне транспортування гною призначене для транспортування гною з тваринницьких приміщень в гноєсховище за допомогою повітря. Система видалення гною з пневматичним транспортуванням його в сховище наведена на рисунку 2.4.9. За цією технологією гній з каналу 6 переміщається спочатку подовжнім, а потім поперечним транспортером у гноєзбірник 5, що закривається після заповнення затвором 10. З ресивера 1 через повітряний клапан 11 у гноєзбірник подається стиснене повітря, який витісняє гній через трубопровід 12 у гноєсховище.

Схема системи керування передбачає автоматичний і ручний режими роботи гноєзбиральної установки (рис. 2.4.10). В автоматичному режимі перемикач режимів *SA1* встановлюють у положення А, схема вмикається, і одержує живлення звукова сигналізація *НА*. Програмне реле часу *КТ1* контактами *КТ1:1* вмикає реле *КВ1*. Контакт *КВ1:2* знімає звуковий сигнал, а *КВ1:3* вмикає магнітні пускачі *КМ1*, *КМ2* і *КМ3* поперечного і двох подовжніх транспортерів збирання гною.

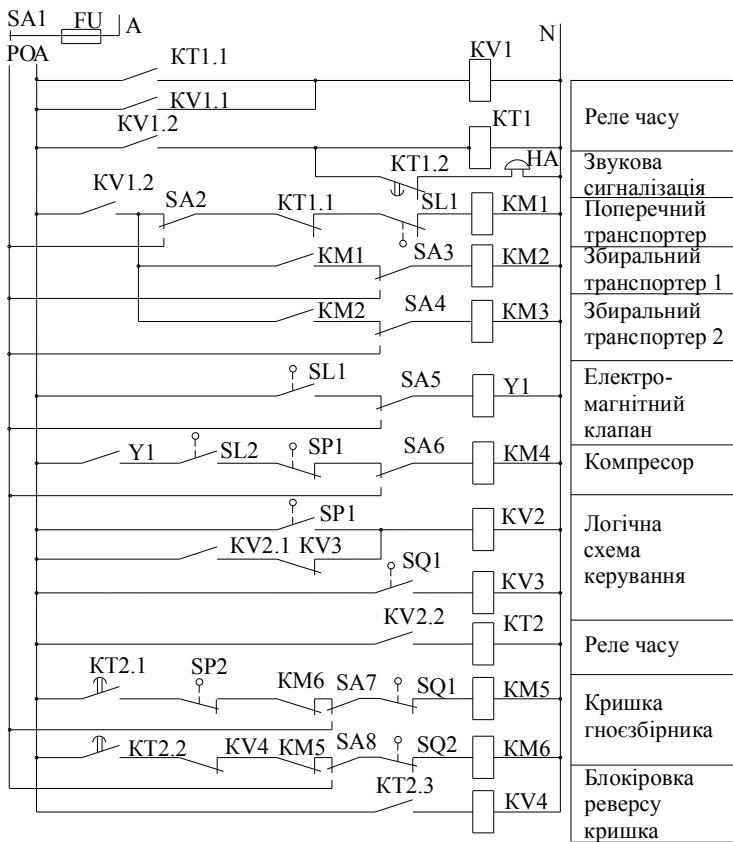


Рис. 2.4.10. Принципова схема прибирання гною пневмотранспортуванням

Після спрацювання датчика рівня *SL1* вмикається магнітний пускач *KM1*, гноєзбиральні транспортери I і II зупиняються. Одночасно вмикається клапан подачі повітря *Y1* і магнітний пускач *KM4* керування компресором.

Коли тиск у гноєзбірнику досягне норми, вмикається реле *KV2* і реле часу *KT2*. З витримкою часу 2...5 с контакт *KT2:2* вмикає привод *KM6* затвора гноєзбірника, при цьому відкривається клапан подачі повітря, а *KM6* вимкнеться кінцевим вимикачем *SQ2*.

Після витиснення гною тиск у системі знизиться, замкнуться контакти *SP2* і ввімкнеться магнітний пускач *KM5*. Відкриється затвор гноєзбірника, а вентиль подачі повітря закриється.

У крайньому положенні електропривод затвора вимикається кінцевим вимикачем *SQ1*. Реле *KV2* запобігає повторному закриттю заслінки гноєзбірника.

Питання для самоконтролю

1. Які автоматичні операції здійснюються в установці по видаленню гною з використанням візків?
2. Для чого призначена установка прибирання гною пневмотранспортуванням?
3. Які автоматичні операції здійснюються в установці прибирання гною пневмотранспортуванням?
4. Для чого призначена потокова лінія прибирання гною?
5. Якими пристроями здійснюється автоматичне керування в потоковій лінії прибирання гною?

ТЕСТИ

1. З чого складається лінія видаленню гною з використанням візків?

- A. З транспортера ТСН-3Б та візка.
- B. З транспортера ТСН-3Б та візка, який рухається в гноєсховище по рельсі підвісної дороги.
- C. З транспортера ТСН-3Б та гною, який рухається в гноєсховище по рельсі підвісної дороги

2. В якій установці використовуються два реле часу, три кінцевих вимикачі?

- A. В установці для прибирання гною ТСН-160А з захистом скребків від примерзання.
- B. В установці прибирання гною пневмотранспортуванням.
- C. В установці по видаленню гною з використанням візків.

3. В якій установці використовуються два реле часу, два кінцевих вимикачі та контактних датчики рівня, реле тиску?

А. В установці по видаленню гною з використанням візків.

В. В установці для прибирання гною ТСН-160А з захистом скребків від примерзання.

С. В установці прибирання гною пневмотранспортуванням.

4. За допомогою принципової електричної схеми установки по видаленню гною з використанням візків вкажіть, для чого використовується реле часу КТ1?

А. Реле часу КТ1 з витримкою часу, необхідною для очищення від гною, зупиняють спочатку горизонтальний, а потім і похилий транспортери.

В. Реле часу КТ1 з витримкою часу вмикають спочатку горизонтальний, а потім і похилий транспортери

С. Реле часу КТ1 з витримкою часу вмикають спочатку горизонтальний, а потім і похилий транспортери

5. За допомогою принципової електричної схеми установки по видаленню гною з використанням візків вкажіть для чого використовується реле часу КТ2?

А. Реле часу КТ2 з витримкою часу вмикає магнітний пускач КМ1 приводу візка.

В. Реле часу КТ2 з витримкою часу вмикає магнітний пускач КМ2 приводу візка.

С. Реле часу КТ2 з витримкою часу вмикає магнітний пускач КМ1 приводу візка.

6. За допомогою принципової електричної схеми установки по видаленню гною з використанням візків вкажіть, для чого використовується кінцевий вимикач SQ1?

А. Для автоматичного реверсу електродвигуна візка в гноєсховищі.

В. Для автоматичної зупинки електродвигуна візка при поверненні його під завантажувальний транспортер гною.

С. Коли візок наповнений гном, спрацьовує ваговий пристрій і через кінцевий вимикач SQ1 вмикає реле часу КТ1 та вмикає КТ2.

7. Де розміщуються кінцеві вимикачі в установці по видаленню гною з використанням візків?

А. Кінцевий вимикач SQ1 знаходиться під візком – для вмикання приводу візка при наявності гною, SQ2 на початку руху – під завантажувальним транспортером, SQ3 – на кінці руху візків в гноєсховищі

В. Кінцевий вимикач SQ1 знаходиться на початку руху – під завантажувальним транспортером, SQ2 – на кінці руху візків в гноєсховищі, SQ3 під візком – для вмикання приводу візка при наявності гною.

С. Кінцевий вимикач SQ1 знаходиться на кінці руху візків в гноєсховищі, SQ2 на початку руху – під завантажувальним транспортером, SQ3 під візком – для вмикання приводу візка при наявності гною.

8. Як працює система прибирання гною пневмотранспортуванням?

А. Гній переміщається у гноєзбірник, подається вода, що витісняє гній через трубопровід у гноєсховище.

В. Гній переміщається у гноєзбірник, який закривається після заповнення, подається стиснене повітря, що витісняє гній через трубопровід у гноєсховище.

С. Гній переміщається у гноєзбірник, який закривається після заповнення, подається розріджене повітря.

9. Використовуючи принципову електричну схему потокової лінії прибирання гною, вкажіть, яким пристроєм здійснюється автоматичне вмикання ліній?

А. У встановлений час програмне реле КТ1 замикає контакт і вмикає реле часу КТ2, КТ3, КТ4.

В. У встановлений час програмне реле КТ2, КТ3, КТ4 замикає контакт і вмикає лінію.

С. У встановлений час програмне реле КТ5 замикає контакт і вмикає реле часу КТ2, КТ3, КТ4.

2.5. АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК ТА МАШИН ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА

2.5.1. Автоматизація доїльних установок

Залежно від способу утримання корів в зимовий і літній періоди, а також від прийнятої системи організації машинного доїння застосовують різні доїльні установки, які можна розділити на три основних типи: стаціонарні для доїння в стійлах (доїльні апарати переміщують від корови до корови); стаціонарні для доїння на площадках (корови переміщуються до доїльних апаратів); універсальні пересувні для доїння на пасовищах (корови переміщуються до доїльних апаратів).

Як об'єкт автоматизації доїльні установки – це складні технологічні системи, на яких реалізується цілий ряд взаємопов'язаних технологічних процесів і окремих операцій. Це підготовка вимені до доїння, стимуляція молоковіддачі, доїння, збір молока з попереднім очищенням та обліком, миття доїльної апаратури та ін.

Головним і найбільш складним та відповідальним є процес доїння. Його складність пов'язана з біологічною основою. Враховуючи фізіологічні особливості тварин було досліджено, що в процесі доїння корови молоковіддача проходить нерівномірно. Спочатку молоковіддача зростає, а через 40...45 с досягає максимального значення. Потім протягом 3...4 хв проходить інтенсивна віддача, а подальша молоковіддача різко знижується.

Із машинних способів доїння в нинішній час використовують, в основному, спосіб відсмоктування молока за допомогою вакууму (можливий спосіб механічного вижимання).

Будова та принцип дії доїльних апаратів інших типів мають незначні відмінності. Для механізації та автоматизації процесів доїння при утриманні корів на прив'язі використовують доїльні установки з доїнням у відра ДАС-2Б і АД-100Б, а також молокопровідні доїльні агрегати АДМ-8. Для обслуговування тварин при безприв'язному їх утриманні й доїнні в доїльних залах – доїльні установки “Тандем-автомат” УДА-8А, “Ялинка-автомат” УДА-16А та “Карусель” УДА-100. Доїння в літніх таборах та на пасовищах здійснюється доїльними установками УДС-3Б і ін.

Установка “Тандем-автомат” УДА-8А призначена для машинного доїння корів у доїльних станках (на 8 місць) з індивідуальним

впуском тварин, транспортування молока в молочне відділення, його фільтрації та охолодження.

Установка “Ялинка-автомат” УДА-16А призначена для машинного доїння корів у групових доїльних станках і первинної обробки молока. Складається вона з двох секцій, кожна на вісім корів.

Установка “Карусель” УДА-100 призначена для машинного доїння корів на конвеєрі в індивідуальних станках, первинної обробки молока. Вона може обслуговувати до 800 голів. Пропускна здатність – 104 голови за год.

Установка УДС-3Б – це доїльний майданчик зі станками паралельно-прохідного типу, яка забезпечує доїння корів, збір молока та його охолодження, а також підкормку тварин.

Доїльні апарати установок машинного доїння корів уніфіковані. Як і в апараті АДУ управління змінним вакуумом в них здійснюється пульсатором (регулятор прямої дії). Підтримання параметрів вакууму вакуумнасосу виконується також регуляторами вакууму прямої дії. Отже, при доїнні у відра принципи керування доїльною установкою зводяться до забезпечення прямого пуску асинхронного двигуна вакуумнасосу та його захисту.

При доїнні в молокопровід та в індивідуальних і групових доїльних станках крім процесу доїння передбачають збір молока з попереднім очищенням та обліком, миття доїльної апаратури, годівлю тварин та інші технологічні операції. Це вимагає впровадження принципів програмного керування послідовністю та тривалістю здійснення операції, проведення індивідуального та групового обліку молока, контролю проходження процесів. Для прикладу детально розглянемо роботу доїльного автомату МД-Ф-1 та доїльного агрегату АДМ8А-1.

Доїльний маніпулятор МД-Ф-1 (рис. 2.5.1) призначений для підтримки доїльного апарата в неробочому положенні, полегшення надівання доїльних стаканів на вим'я корови і пристосування підвісної частини апарата до різних розмірів та форм вимені корів, автоматичного контролю інтенсивності виведення молока з вимені, автоматичного виконання машинного додоювання, відключення апарата від джерела вакууму, зняття стаканів з дійок і виведення апарата з-під корови. Виконавчий механізм маніпулятора підтримує підвісну частину доїльної апаратури при надіванні доїльних стаканів на вим'я корови, а також автоматично виконує операції за командами апарата керування. Автомат керування контролює інтенсивність молоковіддачі

і подає сигнали на пневмоциліндри виконавчого механізму маніпулятора.

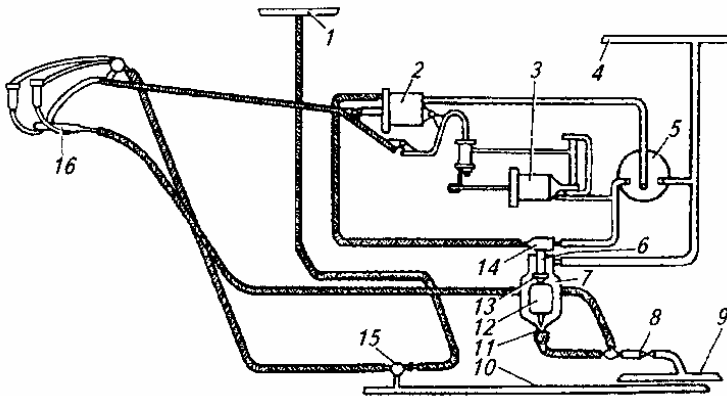


Рис. 2.5.1. Принципова конструктивна схема маніпулятора МД-Ф-1:
 1 – циліндр додоювання; 2 – циліндр виведення доїльного апарата з-під корови;
 3 – кран; 4 – пневмодатчик; 5 – головка; 6 – скоба; 7 – клапан;
 8 – поплавок; 9 – калібрований отвір; 10 – затискач; 11 – пульсатор;
 12 – доїльний апарат; а і б – штуцери підведення вакууму до циліндрів;
 I – повітропровід чистого повітря; II – силовий вакуумпровід;
 III – молокопровід; IV – технологічний вакуумпровід

Основним функціональним вузлом автомата керування є пневмодатчик 4. Працює пневмодатчик так: вихідне положення, коли головка 5 знаходиться на скобі 6 і молоко надходить до його камери, а виливається через калібрований отвір 9. Із збільшенням інтенсивності молоковіддачі поплавок 8 спливає і звільнює скобу 6, яка під дією власної маси перекидається і починається автоматичний контроль процесу доїння. Основна маса молока витікає через обвідний канал у молокопровід. При зменшенні інтенсивності молоковіддачі до 400 г/хв молоко виводиться лише через калібрований отвір 9, поплавок 8, з'єднана з ним головка опускається вниз, отвір каналу штуцера і головки з'єднується з постійним вакуумом циліндра додоювання, який через важіль маніпулятора відтягує доїльні стакани вниз, що забезпечує механічне додоювання. При інтенсивності молоковіддачі менше 200 г/хв, поплавок опускається ще нижче, клапан 7 відключає доїльні стакани від молокопроводу, у піддійковій камері через отвори в колекторі надходить атмосферний тиск, канал штуцера

6 головки підключає до циліндрів зняття і піднімання маніпулятора вакуумметричний тиск. Доїльні стакани знімаються і виводяться з-під корови. Кран 3 призначений для примусового включення підйому й підтримання доїльних стаканів при надіванні їх на вим'я. Встановлюється маніпулятор на вертикальному стояку станка або на додатково змонтованій опорі.

Доїльний агрегат АДМ-8А-1 призначений для машинного доїння корів в стійлах, транспортування видоєного молока в молочне відділення, групового обліку видоєного молока від 50 корів, фільтрації, охолодження і збору його в резервуар для зберігання. Для охолодження і зберігання молока рекомендується використовувати в комплекті з агрегатом: резервуари-охолоджувачі; холодильну установку. Для отримання гарячої води рекомендується використовувати електроподогревачі ємністю 400 л.

Загальний вигляд розміщення доїльного агрегату показано на рис 2.5.2. Доїльний агрегат складається з скляного молокопроводу і вакуумпроводу, встановлених над стійлами корівника. Доїльні апарати з'єднуються з молокопроводом та вакуумпроводом за допомогою молочно-вакуумних кранів. В приміщенні молочної змонтована система первинної обробки молока та система промивки агрегату.

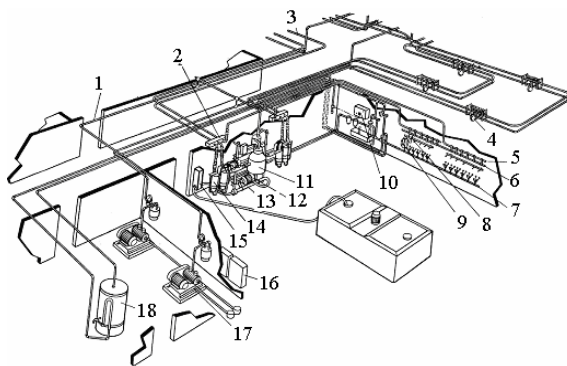


Рис. 2.5.2. Розміщення обладнання доїльного агрегату АДМ-8:

- 1 – вакуумпровод; 2 – перемикач; 3 – молокопровод; 4 – пристрій підйому;
- 5 – пробка колекторної труби; 6 – молочний кран; 7 – пристрій промивки;
- 8 – пристрій УЗМ-І; 9 – доїльна апаратура; 10 – апарат промивки;
- 11 – молокоприймач; 12 – молочний насос; 13 – молочний фільтр;
- 14 – дозатор; 15 – охолоджувач; 16 – шафа запасних частин;
- 17 – вакуумна установка; 18 – електроподогревач

Робота доїльного агрегату складається з наступних етапів: підготовка доїльного агрегату до доїння; підготовка вимені корів до доїння і установка доїльних апаратів; доїння; замір молока, надоеного від кожної корови (при контрольному доїнні); транспортування молока в молочне відділення; замір видоеного молока від групи корів; фільтрація молока; охолодження молока; подача молока до резервуара для зберігання; промивка і дезінфікування доїльного агрегату.

Підготовка доїльного агрегату до доїння включає переддоїльне полоскання та переддоїльну сушку агрегату. Під час переддоїльного полоскання відбувається пуск холодної води в бак, регулювання рівня рідини, полоскання доїльних апаратів та молокопроводів. Вода при цьому проходить по шляху через нижній відсмоктувальний патрубков на доїльні апарати через молокопровід і за допомогою молочного насоса і крана циркуляційної промивки в каналізацію. Переддоїльна сушка агрегату здійснюється через перемикач шляхом введення в молокопровід губки, яка забезпечує видалення залишків води. Операції полоскання і сушки здійснюються під дією вакууму.

Підготовка вимені корів до доїння і установка доїльних апаратів здійснюється оператором в такій послідовності: доїльні апарати під'єднують до молочно-вакуумних кранів; перевіряють роботу доїльних апаратів; проводять підготовку вимені; установлюють доїльний апарат на вим'я корови.

Доїння корів здійснюється у відповідному режимі роботи доїльного агрегату. Доїння побудоване на принципі відсмоктування молока доїльним апаратом з цистерни соска корови під дією вакууму, створеного в системі трубопроводів вакуумними насосами. Молоко з доїльного апарата направляється в пристрій зоотехнічного обліку (при контрольному доїнні) чи безпосередньо в молокопровід. По молокопроводу воно транспортується в молочне відділення. Необхідне розрідження в системі забезпечується одним вакуумним насосом і вакуумним регулятором.

Принципова електрична схема керування доїльним агрегатом АДМ-8А-1 (рис. 2.5.3) забезпечує управління: переддоїльною підготовкою агрегату до роботи (полоскання, сушка); доїнням та подальшою подачею молока у резервуари для зберігання; післядоїльною промивкою агрегату (полоскання, циркуляція, полоскання, сушка). Подача напруги на принципову електричну схему управління агрегатом здійснюється автоматичним вимикачем *QF*. Управління вакуумним насосом *M2* в процесі роботи здійснюється кнопками *S2.1* та *S2.2*, молочним насосом *M1* – блоком *SMM 301/0*, автомат

промивки – блоком *SRM 421*. Підготовка до роботи блоків *SMM 301/0* та *SRM 421* виконується відповідно вимикачами *SA1* та *SA2*.

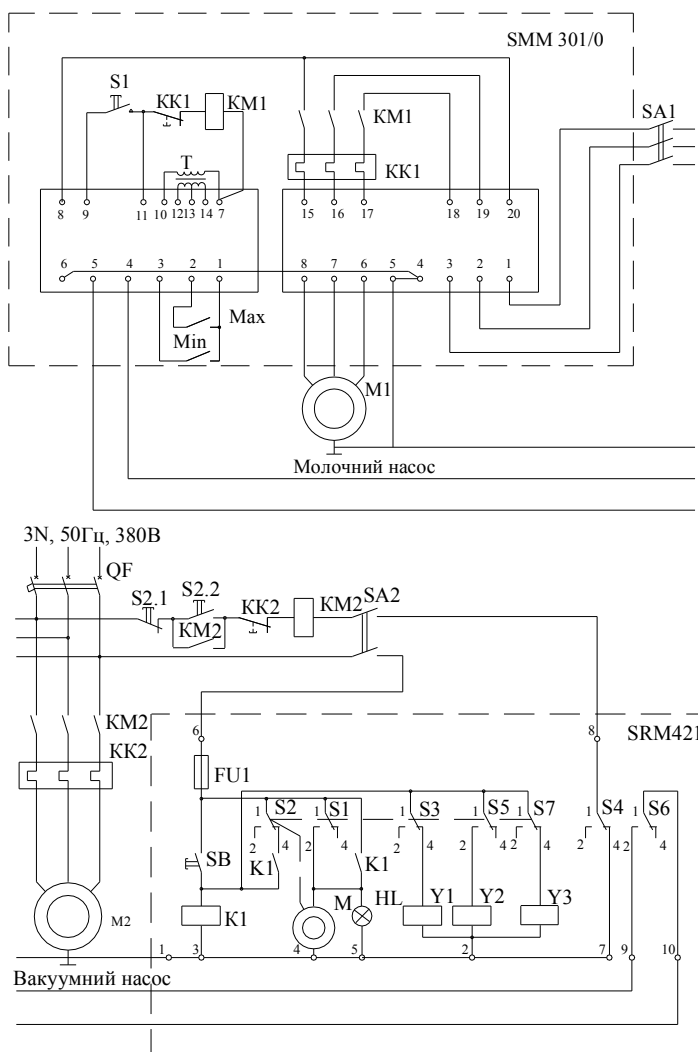


Рис. 2.5.3. Принципова електрична схема доїльного агрегату АДМ – 8А-1

Робота блока управління автоматом промивки виконується в два етапи: промивка перед доїнням; промивка після доїння, які в свою чергу також поділяються на етапи згідно з програмою командного пристрою автомата промивки (рис. 2.5.4).

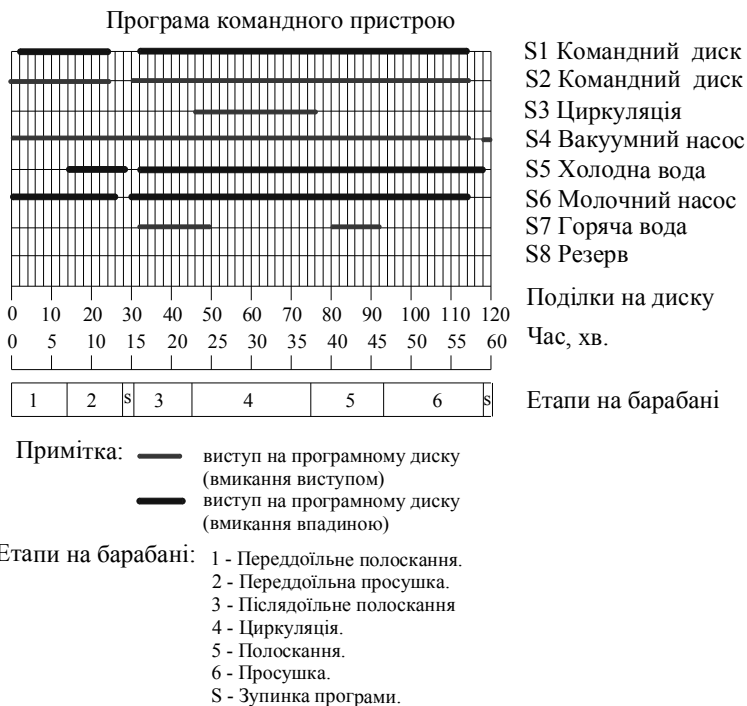


Рис. 2.5.4. Програми командного пристрою доїльного агрегату АДМ – 8А-1

Запуск автомата промивки здійснюється натисканням кнопки S9. При цьому через контакти 24 і 23 пускача K1 запускається двигун M привода командних дисків. Пускач блокується через контакти 34 і 33 та контакти 1 і 4 кінцевого вимикача S2. Після повороту валика програмних дисків до поділки 23 перший диск (зі сторони двигуна) перемикає кінцевий вимикач S1. При цьому двигун живиться додатково через контакти 1 і 2 кінцевого вимикача S1. При поділці 25 другого диска кінцевим вимикачем S2 обезживлюється пускач K1. Двигун продовжує працювати до поділки 32 першого диску, де

відбувається його вимкнення кінцевим вимикачем *S1*. Програма зупиняється до наступного пуску кнопкою *S9* при післядоїльному митті. Кінцеві вимикачі *S3*, *S5*, *S7* призначені для управління електропневматичними вентилями *Y1*, *Y2*, *Y3*, які видають пневмосигнал на виконавчі органи відповідно циркуляції води, подачі холодної та гарячої води. Кінцевий вимикач *S6* служить для дистанційного управління молочним насосом в кінці промивки, а *S4* забезпечує роботу кола живлення пускача вакуумного насоса *KM2*. *S8* залишається не задіяним, тобто резервним.

Молоко при доїнні (мийний розчин при промивці) з молокопроводу поступає в молокозбірник і накопичується в ньому. По мірі заповнення молокозбірника поплавков з магнітом підіймається і діє на контакти *Max* (рис. 2.5.3) і подається сигнал на управління та вмикає магнітний пускач *KM1* електродвигуна молочного насоса *M1*. При зниженні рівня молока в молокозбірнику до *Min* поплавковий датчик здійснює відключення електромагнітного пускача *KM1* електродвигуна молочного насоса.

Датчик включення молочного насоса працює таким чином, щоб певна порція молока завжди знаходилася в молокозбірнику, забезпечуючи при цьому неможливість потрапляння повітря в молочний насос. Ручне керування молочним насосом здійснюється натисканням кнопки *S1* блока *SMM 301/0*. Молочний насос в даному випадку працює, поки кнопка *S1* знаходиться в замкненому стані. Живлення плати управління здійснюється від блока живлення, виконаного на трансформаторі *T1*.

Питання для самоконтролю

1. Технологічні основи доїння корів.
2. Принцип дії дво- і тритактних доїльних апаратів.
3. Залежно від чого застосовують різні способи доїння корів?
4. Які операції на доїльних установках підлягають автоматизації?
5. Які автоматизовані операції виконує маніпулятор автомата МД-Ф-1?
6. Призначення доїльного агрегату АДМ-8А-1 та принципи його автоматизації?

ТЕСТИ

1. При роботі двотактного доїльного апарата в такт стискання відбувається?

- А. Відсмоктування молока з вимені корови.
- В. Стимуляція молоковіддачі.
- С. Відпочинок корови.

2. При прив'язному утриманні корів в стійлах використовують:

- А. Доїльні установки з доїнням у відра та молокопроводи.
- В. Універсальні пересувні доїльні установки.
- С. Доїльні агрегати з доїнням у молокопроводи.

3. Об'єм автоматизації автомата МД-Ф-1в процесі доїння.

А. Автоматичний контроль інтенсивності виведення молока з вимені, автоматичне виконання машинного додоювання, відключення апарата від джерела вакууму, зняття стаканів з дійок і виведення апарата з-під корови.

В. Автоматичне вмикання електроклапана подачі вакууму по закінченні молоковіддачі коровою за допомогою датчика – уловлювача молока.

С. Автоматичне вмикання електроклапана подачі вакууму при інтенсивній молоковіддачі.

4. Призначення доїльного агрегату АДМ-8А1.

А. Для машинного доїння корів в доїльних залах, групового обліку видоєного молока, фільтрації, охолодження і збору його в резервуар для зберігання.

В. Для машинного доїння корів в стійлах, транспортування видоєного молока в молочне відділення, групового обліку видоєного молока, фільтрації, охолодження і збору його в резервуар для зберігання.

С. Для машинного доїння корів в літніх таборах та майданчиках, групового обліку видоєного молока, фільтрації, охолодження і збору його в резервуар для зберігання.

5. Використовуючи принципову електричну схему доїльного агрегату АДМ-8А1, вкажіть принцип дії датчика рівня молока у молокозбірнику.

А. В молокозбірнику використовується поплавково-клапанний датчик рівня.

В. В молокозбірнику використовується поплавково-герконний датчик рівня.

С. В молокозбірнику використовується електродний датчик рівня.

6. Використовуючи принципову електричну схему доїльного агрегату АДМ-8А1, вкажіть призначення блоку SMM 301/0.

А. Для керування молочним насосом при транспортуванні молока в резервуар для його зберігання.

В. Для керування етапами роботи доїльного агрегату: переддоїльна підготовка молокопроводу, доїння; післядоїльна обробка молокопроводу.

С. Для керування вакуумнасосом на всіх етапах роботи доїльного агрегату.

7. Використовуючи принципову електричну схему доїльного агрегату АДМ-8А1, вкажіть, чим забезпечується керування етапами роботи доїльного агрегату.

А. Програмним пристроєм автомата промивки.

В. Перемикачами SA1, SA2.

С. Датчиками рівня молока в молокозбірнику.

2.5.2. Автоматизація первинної обробки молока

Молоко, особливо свіжонадоєне (при температурі 35...36°C), є сприятливим середовищем для розвитку будь-яких шкідливих і корисних мікроорганізмів. Бактеріальне забруднення молока залежить від умов утримання тварин, способу доїння, чистоти приміщень, апаратури тощо. Кількість мікроорганізмів у молоці збільшується навіть при нетривалому його зберіганні. Щоб запобігти збільшенню кількості мікроорганізмів, особливо молочнокислих, слід швидко видалити молоко з корівника, очистити і охолодити його (до температури 4...6 °C) і зберігати при низькій температурі, а також впровадити додержання санітарно-гігієнічних правил утримання

дойльних апаратів і доїння – в окремих випадках – теплову обробку (пастеризацію).

Первинна обробка молока, яку проводять для поліпшення санітарно-гігієнічних властивостей молока, підвищення його стійкості при транспортуванні і зберіганні, полягає в очищенні молока від сторонніх домішок (фільтрування), охолодженні і пастеризації.

Для очищення молока використовують фільтри та відцентрові молокоочисники. Пастеризація молока може бути тривалою, що проходить в спеціальних ваннах, та швидкісною, що проходить в проточних пластинчастих апаратах. Для охолодження молока в молочних відділеннях тваринницьких ферм використовують водоохолоджувальні установки *AB-30*, *UB-10*, *ТХУ-14*, які працюють з резервуарами-охолоджувачами молока та проточними пластинчастими охолоджувачами.

Автоматизована пастеризаційна установка ОПФ-1 призначена для відцентрової очистки (видалення механічних і частково бактеріальних домішок), пастиризації (нагрів молока з метою стерилізації), витримки молока і його охолодження.

В автоматизованій пластинчатій пастеризаційно-охолоджувальній установці (рис. 2.5.5) робочий процес проходить наступним чином. З молокозбірника молоко надходить в урівнювальний бак *1*. Насосом *2* молоко подається в секцію *I* пластинчатого апарата (секцію рекуперації), де воно нагрівається за рахунок теплообміну з гарячим молоком, що йде від секції пастеризації через витримувач *5*. Нагріте до $37...40^{\circ}\text{C}$ молоко направляється в молокоочисник *4*, а звідти подається в *II* секцію рекуперації, де проходить його донагрів пастеризованим молоком. З другої секції молоко переходить в секцію *III* пастеризації, де за рахунок теплообміну з гарячою водою нагрівається до температури 76 чи 90°C (в установці *ОПФ-1-300*).

Після секції пастеризації молоко проходить через витримувач в *I* і *II* секції рекуперації, де віддає частину тепла холодному молоку і його температура знижується до $20...25^{\circ}\text{C}$. Далі це молоко послідовно проходить секції охолодження *IV* та *V*, де його температура знижується до $5...8^{\circ}\text{C}$ залежно від початкової температури охолоджуючої води.

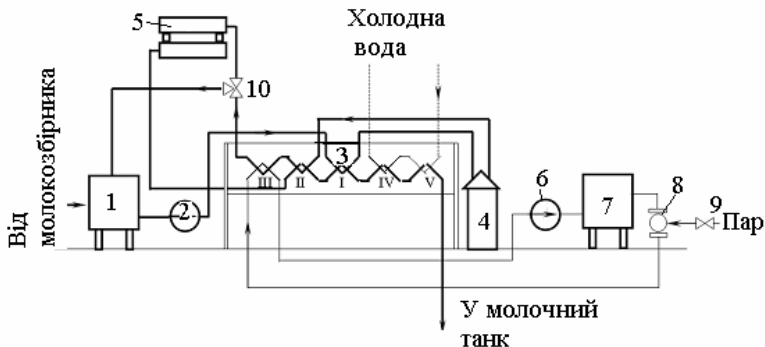


Рис. 2.5.5. Технологічна схема пастеризатора ОПФ-1:

- 1 – урівнювальний бак; 2 – молочний насос; 3 – пластинчатий апарат;
4 – молокоочисник; 5 – витримувач; 6 – водяний насос; 7 – бойлер;
8 – інжектор; 9 – електрогідравлічний клапан; 10 – перепускний
клапан; I – перша секція рекуперації; II – друга секція рекуперації;
III – секція пастеризації; IV, V – секції охолодження

Холодне молоко направляється в танки для зберігання. Витримувач в установці служить для посилення пастеризаційного ефекту. Гаряча вода готується в бойлері 7. Вона нагрівається паром, що надходить в систему циркуляції гарячої води через інжектор 8 паропроводу котельної установки. При зниженні температури молока, що виходить із секції пастеризації, перепускним клапаном молоко направляється в вирівнювальний бак на повторну пастеризацію. Регулювання подачі пару здійснюється автоматично електрогідравлічним клапаном залежно від температури пастеризованого молока.

Згідно з принциповою електричною схемою (рис. 2.5.6) підготовка установки до роботи здійснюється за допомогою ввідного вимикача *QS*. При цьому загоряється сигнальна лампа *HL1*, яка сигналізує про подачу напруги на пульт керування. Вимикачем *SA1* готується до роботи логотрична установка *P*, яка призначена для контролю температури охолодженого молока. Перемикачами *SA2*, *SA3* задається ручний чи автоматичний режим керування пастеризацією молока, а перемикачем *SA4* в ручному режимі здійснюється керування кількістю пари, що подається для забезпечення необхідної температури пастеризації.

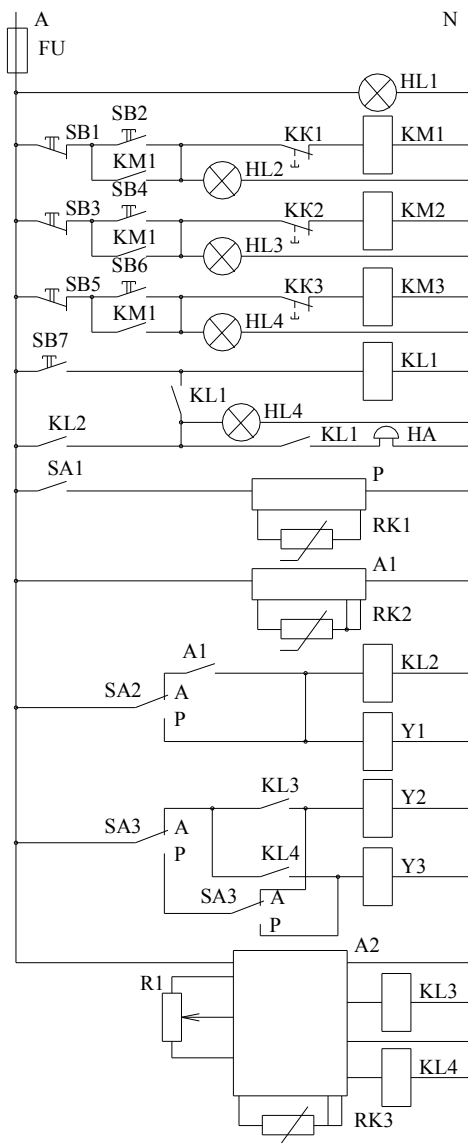


Рис. 2.5.6. Принципова електрична схема установки ОПФ-1

В автоматичному режимі керування за допомогою кнопок постів *SB1-SB6* вмикаються електродвигуни молочного насоса, насоса гарячої води та молокоочисника. Кнопкою *SB7* вмикаються кола сигналізації режимів пастеризації. В початковий момент, коли температура молока на виході з секції пастеризації менше $76\ (90)^{\circ}\text{C}$ терморегулятор *A1* типу *MCP-1-01* своїм замикаючим контактом подає напругу на котушку проміжного реле *KL2* і електромагніт *Y1* перепускного клапана.

Молоко з секції пастеризації направляється на урівнювальний бак на повторну пастеризацію. При цьому в колах сигналізації блокується котушка проміжного реле *KL1* і сигнальна лампа *HL5* сигналізує про подачу молока на допастеризацію. Після первинного циклу пастеризації, якщо температура молока відповідатиме нормі, *A1* вимкне реле *KL2* та *Y1*, молоко з секції пастеризації через витримувач буде направлене в секції *II*, *I* і далі через секції охолодження *IV*, *V* в молочний танк.

В процесі пастеризації при недопустимих зниженнях температури молока, воно також відправляється на повторну пастеризацію. Схема автоматизації працюватиме аналогічно описаному вище, але крім того разом з сигнальною лампою *HL5* вмикається також звукова сигналізація *HA*.

При незначних відхиленнях температури пастеризовного молока, яка контролюється на виході з витримувача за допомогою *RK3*, імпульсним регулятором *A2* типу *ЭР-СС-63* через вихідні реле *KL3* та *KL4* здійснюється автоматичне керування подачею пари в систему підігріву води, що використовується для пастеризації молока. Закриття подачі пари здійснюється електромагнітом *Y2*, а відкриття – електромагнітом *Y3*.

Також принциповою електричною схемою передбачено захист силових кіл від коротких замикань, який здійснюється запобіжниками, захист електродвигунів – тепловими струмовими реле *KK1-KK3*, захист кіл керування від коротких замикань за допомогою *FU* та світлова сигналізація про роботу відповідного електродвигуна, яка здійснюється лампами *HL2-HL4*.

Танк-охолодник молока ТОМ-2А призначений для збирання, охолодження і зберігання молока на фермі, де розміщується до 400 корів. Він складається з молочної ванни 9 (рис. 2.5.7) з мішалкою 8, фреонового компресора 1, конденсатора 2, ресивера 3, фільтра-осушника 4, теплообмінника 5, випарника 6, водяного насоса 7, акумулятора холоду.

За 3–4 год до початку доїння вмикають компресор й здійснюють попереднє охолодження води в акумуляторі холоду та наморозування льоду на панелях випарника. Це відбувається внаслідок руху фреону по замкненому контуру. Пери фреону, які відсмоктуються з випарника 6, компресором 1 стискаються, нагріваються й нагнітаються у конденсатор 2. У ньому фреон охолоджується повітряним потоком, який утворюється за допомогою вентилятора, віддає тепло, стає рідким й зливається до ресивера 3. Під тиском він надходить до фільтра - осушника 4, очищується від парів масла, охолоджується зустрічним потоком парів фреону у теплообміннику 5 і крізь отвір у терморегулювальному вентилі впорскується у внутрішню порожнину пластин випарника 6. Опинившись у розрідженому просторі, фреон кипить (переходить з рідкої у газоподібну фазу) зі споживанням теплоти.

При цьому пластини випарника охолоджуються до мінус 8–10 С і на них наморозується вода, в яку вони занурені.

Перед початком подавання молока вмикають мішалку 8 і водяний насос 7. Холодна вода омиває днище молочної ванни та охолоджує молоко, що надходить до неї.

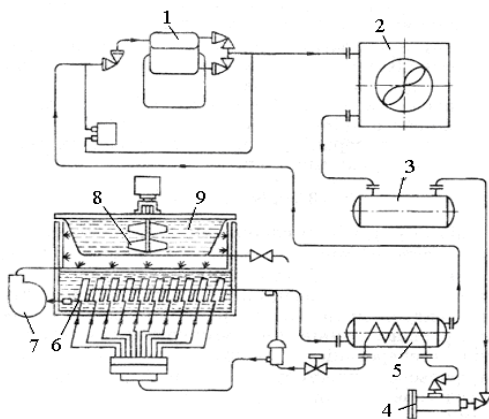


Рис. 2.5.7. Технологічна схема танка-охолодника молока ТОМ-2А:
 1 – компресор; 2 – конденсатор; 3 – ресивер; 4 – фільтр-осушник;
 5 – теплообмінник; 6 – випарник; 7 – водяний насос; 8 – мішалка;
 9 – молочна ванна.

Принципову електричну схему керування танком-охолодником молока ТОМ-2А наведено на рис. 2.5.8, 2.5.9.

При вмиканні автоматичного вимикача QF напруга живлення подається на головні контакти магнітних пускачів $KM1-KM 4$ та на коло керування, при цьому загоряються лампи $HL1, HL2$. Схема передбачає три режими роботи: ручний, автоматичний, миття.

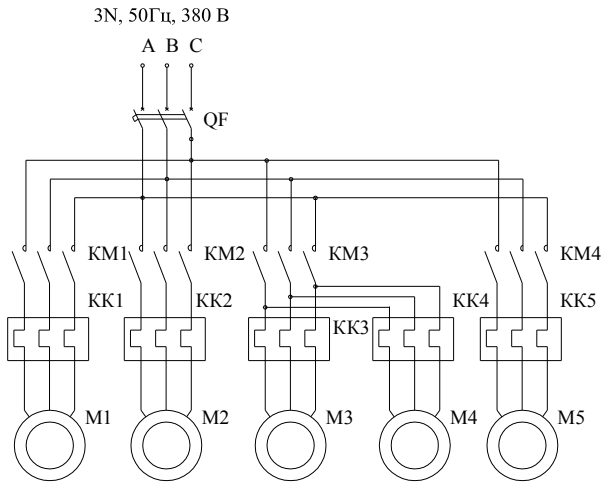


Рис. 2.5.8. Принципова електрична схема танка-охолодника молока TOM-2A (силове коло)

У положенні перемикача SA “Ручний” керування електроприводами здійснюється тумблерами $S1, S2, S3, S4$ у колах відповідних магнітних пускачів. Вмиканням тумблера $S1$ у ручному режимі здійснюється початкове наморозжування льоду на панелях випарника.

У положенні перемикача SA “Автоматичний” керування технологічним циклом реалізується за допомогою блока логічного керування E залежно від стану контакту датчика температури $SK2$. Блок E призначений для вироблення тимчасових сигналів необхідної тривалості, забезпечення технологічного алгоритму та організації вихідних сигналів у вигляді “сухих” контактів герконових реле $K2$ і $K3$. Як датчик температури використовується термодатчик $SK2$, контакт якого замкнений ртутним стовпчиком при температурі $+4^{\circ}\text{C}$ та вище. Логічний сигнал про необхідність вмикання системи охолодження, надходячи до блока E , викликає спрацювання вихідних реле $K2$ і $K3$. Замикаючий контакт реле $K2$, який увімкнено в коло котушки магніт-

ного пускача *KM1*, забезпечує роботу мішалки, а контакт *K3* вмикає пускач *KM2* і подає команду на ввімкнення насоса охолодження.

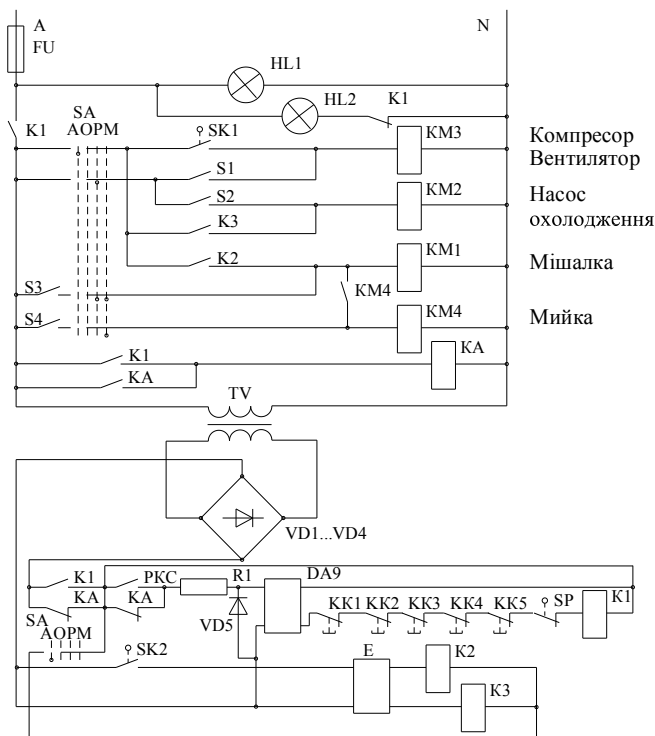


Рис. 2.5.9. Принципова електрична схема танка-охолодника молока ТОМ-2

Надалі алгоритм керування передбачає таке функціонування схеми керування:

- за умов досягнення в процесі охолодження молока температури, нижчої за $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, контакт *SK2* розмикається, вихідне реле *K3* вимикається і відповідно розмикає свій контакт у колі котушки пускача *KM2*, що викликає вимикання насоса охолодження;
- мішалка після вимикання системи охолодження працюватиме, а після закінчення часу 3 ± 1 хв блок *Е* виробить команду вимикання вихідного реле *K2*, контакт якого вимкне пускач мішалки *KM1*;
- у процесі зберігання охолодженого молока блок *Е* вмикає мішалку на 3 хв через кожні 30 хв;

- через зменшення кількості льоду на панелях випарника, який витрачається на охолодження молока, температура вихідних парів фреону з випарника підвищується, контакти температурного реле *SK1* у колі магнітного пускача *КМЗ* замикаються і вмикається привод компресора і вентилятора;

- для контролю системи мащення компресора передбачене реле *PKC*. При кожному запуску компресора контакт реле *PKC* повинен замкнутися протягом 20 с, що контролюється елементом *ДА9 (J-312)*, який у разі успішного функціонування системи замикання контакту *PKC* не дозволить вимкнутися проміжному реле *K1*. У випадку, коли контакт *PKC* за 20 с від початку запуску компресора не замкнеться, електромагнітне реле в елементі *ДА9* знеструмиться, контакт його розімкнеться вимикаючим реле *K1*, замикаючі контакти *K1*, розмикаючись вимкнуть ланцюг живлення, що забезпечить аварійне вимкнення устаткування *ТОМ-2А*;

- за умов неприпустимого підвищення тиску, який контролюється датчиком реле тиску *SP*, та спрацюванні теплових реле *KK1-KK4* при можливих перевантаженнях електродвигунів *M1-M5* їх розмикаючі контакти знеструмлюють коло живлення реле *K1* і відбувається аварійне вимкнення устаткування *ТОМ-2А*, загоряється сигнальна лампа *HL2* “Аварія”. Деблокування сигналу “Аварія” відбувається шляхом вимикання ввідного автоматичного вимикача *QF* та його повторного вмикання;

- за умов неприпустимого підвищення тиску, який контролюється датчиком реле тиску *SP*, та спрацюванні теплових реле *KK1-KK4* при можливих перевантаженнях електродвигунів *M1-M5* їх розмикаючі контакти знеструмлюють коло живлення реле *K1* і відбувається аварійне вимкнення устаткування *ТОМ-2А*, загоряється сигнальна лампа *HL2* “Аварія”. Деблокування сигналу “Аварія” відбувається шляхом вимикання ввідного автоматичного вимикача *QF* та його повторного вмикання;

- технологічна операція “Миття” здійснюється у відповідному положенні перемикача *SA*. У цьому режимі передбачається керування електроприводом насоса мийки та електроприводом мішалки. Вмикання мішалки та насоса здійснюється за допомогою тумблера *S4*;

- за умов підвищення температури молока контакти *SK2* замикаються і робота схеми повторюється.

Захист електроприводів та електроустаткування ящика керування від струмів короткого замикання забезпечується автоматичними вимикачами.

Питання для самоконтролю

1. Яка необхідність первинної обробки молока?
2. Технологія первинної обробки молока при використанні пастеризаційної установки ОПФ-1?
3. Принципи автоматизації пастеризаційної установки ОПФ-1.
4. З якого обладнання складається танк-охолодник молока ТОМ-2А?
5. Як технологічно працює танк-охолодник молока ТОМ-2А?
6. Які автоматизовані операції виконуються танком-охолодни-ком молока ТОМ-2А ?

ТЕСТИ

1. Які операції відносять до первинної обробки молока?

- А. Первинна обробка полягає в очищенні молока від сторонніх домішок, його пастеризації та охолодженні.
- В. Первинна обробка полягає у відцентровій очистці молока від сторонніх домішок.
- С. Первинна обробка полягає у охолодженні і зберіганні молока на фермі.

2. Для чого призначена пастеризаційна установка ОПФ-1?

- А. Для відцентрової очистки і охолодження молока у закритому потоці.
- В. Для відцентрової очистки, пастеризації, витримування і охолодження молока у закритому потоці.
- С. Для збирання, охолодження і зберігання молока на фермі.

3. Які засоби автоматизації використовуються в пастериза-торі молока ОПФ-1?

- А. Два регулятори температури пастиризації молока та лого-метрична установка контролю температури охолодженого молока.
- В. Електроклапан подачі пари та перепускний клапан молока.
- С. Поплавковий датчик рівня молока в урівнювальному бакові, регулятори температури пастиризації молока.

4. Використовуючи принципову електричну схему ОПФ-1, вкажіть, чим керує регулятор температури А1?

А. Контролює температуру молока в секції пастеризації та через перепускний клапан відправляє молоко на допастеризацію при його пониженій температурі.

В. Контролює температуру молока в секції пастеризації та через електрогідравлічний клапан керує подачею пари.

С. Регулює температуру охолодження молока, керуючи потоком холодної води.

5. Використовуючи принципову електричну схему ТОМ-2, вкажіть, за допомогою чого здійснюється автоматичне керування технологічним циклом?

А. За допомогою блока логічного керування Е залежно від стану контакту датчика температури SK2.

В. За допомогою блока логічного керування Е.

С. За допомогою контакту датчика температури SK2.

6. Використовуючи принципову електричну схему ТОМ-2, вкажіть, при якій температурі термоконтакт SK2 замкнений?

А. При температурі $+ 0^{\circ}\text{C}$ та вище.

В. При температурі $+ 4^{\circ}\text{C}$ та вище.

С. При температурі $+ 8^{\circ}\text{C}$ та вище.

7. Використовуючи принципову електричну схему ТОМ-2, вкажіть, якими пристроями здійснюється керування мішалки в процесі зберігання молока?

А. Програмним пристроєм, який вмикає мішалку на 10 хв через кожні 30 хв.

В. Програмним реле часу, який вмикає мішалку на 3 хв через кожні 60 хв.

С. Блоком Е, який вмикає мішалку на 3 хв через кожні 30 хв.

8. За допомогою принципової електричної схеми ТОМ-2 вкажіть, для чого використовується реле SPI?

А. Для контролю системи мащення компресора.

В. Для контролю тиску фреону.

С. Для контролю молока.

9. За допомогою принципової електричної схеми ТОМ-2 вкажіть, коли відбувається аварійне вимикання установки?

А. При підвищенні тиску, який контролюється датчиком реле тиску SP.

В. При спрацюванні теплових реле КК1-КК4 при можливих перевантаженнях електродвигунів М1-М5.

С. При підвищенні тиску, який контролюється датчиком реле тиску SP, та спрацюванні теплових реле КК1-КК4 при можливих перевантаженнях електродвигунів М1-М5.

2.6. АВТОМАТИЗАЦІЯ УСТАНОВОК ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ТА ОПРОМІНЕННЯ

2.6.1. Автоматизація установок електричного освітлення

Керування виробничим освітленням повинне забезпечити необхідний світловий режим і сприяти економії електроенергії. Найбільш поширені такі способи керування виробничим освітленням: місцеве індивідуальне, місцеве централізоване, автоматичне у функції освітленості, автоматичне централізоване за заданою програмою.

Місцеве індивідуальне керування застосовують у підсобних, комунально-побутових та інших невеликих за розмірами приміщеннях. Місцеве централізоване керування (з одного місця керують багатьма світильниками) застосовують у корівниках, свинарниках, майстернях тощо. У коридорах з двома входами застосовують систему місцевого керування з двох місць за допомогою перемикачів. Ця система забезпечує керування освітленням з кожного місця незалежно від положення перемикача в іншому місці.

Автоматичне керування освітленням у функції освітленості найбільш характерне для управління зовнішнім освітленням за допомогою фотореле. Принципова електрична схема керування освітленням у функції освітленості з використанням фотореле зображена на рисунку 2.6.1. В автоматичному режимі вона працює так. При недостатній природній освітленості опір фоторезистора $R3$ великий і струм бази транзистора $VT2$ малий. Обидва транзистори будуть закритими. Проміжне реле K одержить живлення через коло, в яке ввімкнені резистор $R1$, діод VD і резистори $R2$, $R4$. Реле K замкне свій контакт у колі живлення котушки електромагнітного пускача KM . Пускач KM спрацює і ввімкне освітлення. Коли природне освітлення

досягне заданого рівня, опір фоторезистора зменшиться, зросте струм емітера транзистора $VT2$, а отже, зросте потенціал на базі транзистора $VT1$. Транзистор $VT1$ відкриється і зашунтує котушку проміжного реле K . Контакт проміжного реле K в колі живлення котушки електромагнітного пускача розімкнеться, що приведе до вимикання освітлення. В схемі передбачено ручне керування за допомогою перемикача SA (положення “Ручне керування”).

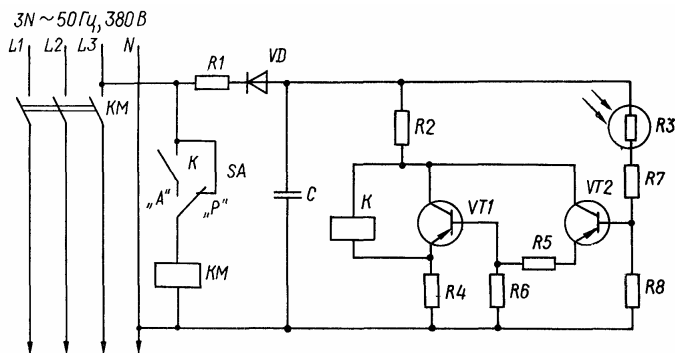


Рис. 2.6.1. Принципова електрична схема керування освітленням у функції освітленості

Для освітлення на живі організми різноманітна і, насамперед, визначається інтенсивністю, періодичністю і спектром. Але прийнято вважати, що найбільшу дію на біологічні процеси життєдіяльності організму тварин і птиці має періодичність, тобто зміна тривалості світлого періоду доби і частота зміни темного та світлого періодів.

Найбільш чутливими до цього фактора є птахи, де зміна періодичності дії видимого опромінення дозволяє керувати яйцєносністю і підвищувати продуктивність м'ясного напрямку виробництва.

Сучасна наука рекомендує чітко слідкувати за тривалістю світлого періоду доби та імітувати світанок і сутінки. Автоматичне керування режимами роботи освітлення забезпечує чітке дотримання вказаних вимог.

У пташниках з природним та штучним освітленням доступ природного світла обмежений. Освітленість у більшості випадків не перевищує 1% від зовнішньої і різко зменшується до центра приміщення. Разом з тим у світлий час доби на площадках, що примикають до стін з вікнами, рівень природної освітленості може

бути цілком достатнім. У подібних приміщеннях повинна бути передбачена можливість відключення рядів світильників, найближчих до світлових прорізів. Керування освітленням у даних випадках може здійснюватися автоматично з використанням фотореле.

В пташниках без вікон необхідне чітке дотримання світлового режиму з забезпеченням необхідної періодичності та тривалості світлого періоду, рівня освітленості, імітації “світанку” і “сутінок”.

Для автоматичного керування освітленням у закритих пташниках для забезпечення необхідної періодичності і зміни тривалості світлового дня використовують різноманітні програмні пристрої, наприклад “УПУС”, “ПРУС”. Принцип дії даних пристроїв побудований на основі годинникового механізму з підзаводом від мікродвигуна.

Пристрій “ПРУС-1” має барабан з вирізом (рис. 2.6.2.), профіль якого визначає програму роботи освітлювальної установки на весь період вирощування курчат (150 днів) або утримання курок-несучок (400 днів). Барабан приводиться в дію годинниковим механізмом і автоматичним підзаведенням пружини від електродвигуна.

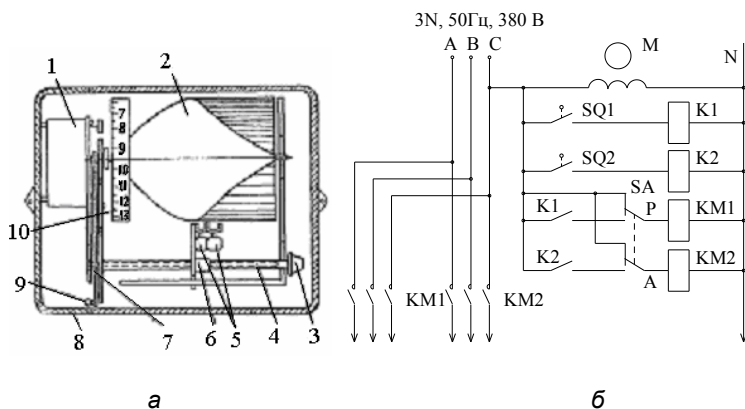


Рис. 2.6.2. Прилад програмного керування освітленням ПРУС-1:
а – будова; б – принципова електрична схема; 1 – годинниковий механізм з мікродвигуном; 2 – програмний барабан; 3 – рукоятка гвинта; 4 – гвинт; 5 – мікроперемикачі; 6 – гайка з плитою; 7 – шестірни; 8 – корпус; 9 – важіль для встановлення незмінної програми; 10 – добова шкала

Освітлювальні лампи поділяють на дві групи, які вмикаються електромагнітними пускачами *KM1* і *KM2*. Коли спеціальний пристрій, що діє на мікроперемикачі 5, ковзає по поверхні барабана, то контакти останніх замкнені і освітлення ввімкнене. Якщо пристрій знаходиться над вирізом, то контакти мікроперемикачів розімкнуться і почергово з витримкою часу 2...5 хв вимкнеться освітлення. Вмикаються контакти мікроперемикачами у зворотній послідовності, що забезпечує створення штучних “світанку” та “сутінок”.

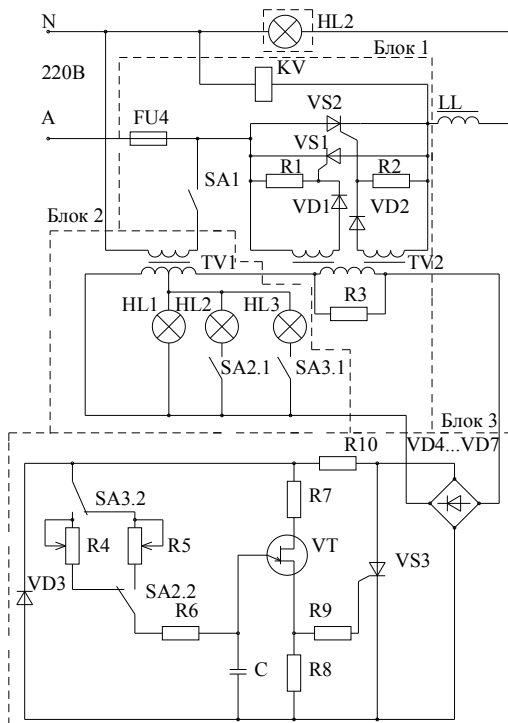


Рис. 2.6.3. Принципова електрична схема пристрою “ТИРОС-1”

Для плавного регулювання інтенсивності електроосвітлення з метою імітації “світанку” та “сутінок” застосовують тиристорні регулятори напруги. Принципова електрична схема автоматичного пристрою “ТИРОС-1” зображена на рисунку 2.6.3. Напруга на освітлювальні прилади надходить з мережі через блок 1, у якому

відбувається його комутація тиристорами $VS1$ і $VS2$. Блок 2 забезпечує живлення ланцюгів керування і сигналізації $HL1$, $HL2$ і $HL3$, що показує наявність напруги і положення перемикачів $SA2$ і $SA3$. Блок 3 створює витримки часу зниження інтенсивності освітлення, що задаються резисторами $R4$, $R5$ і перемикачами $SA2$ і $SA3$, встановленими в блоці 3. Пристрій “ТИРОС-1” застосовується на додаток до пристроїв автоматичного керування тривалістю світлового дня.

Сучасні пристрої автоматичного керування освітленням у пташниках поєднують в собі мікропроцесорні програматори періодичності та тривалості світлового режиму, тиристорні регулятори освітленості з функцією “світанок – сутінки” та вбудовану систему захисту освітлювальної установки.

Питання для самоконтроля

1. Що дає автоматичне керування освітлювальними установками?
2. За допомогою чого передбачають автоматичне керування освітленням територій сільськогосподарських підприємств у нічний час?
3. Які особливості керування освітленням у пташниках?
4. Для чого призначений програмний пристрій “ПРУС –1”?
5. Функціональні можливості пристрою керування “ТИРОС”?

ТЕСТИ

1. Для чого передбачають імітацію “світанку” та “сутінок” при управлінні освітленням у пташниках?

- A. Для створення рівномірного рівня освітленості в зоні розміщення птахів.
- B. Для зменшення травмування птахів при різких змінах освітленості.
- C. Для збільшення яйценосності птахів.

2. Імітація “світанку” та “сутінок”, при управлінні освітленням у пташниках з використанням пристрою “ПРУС–1” виконується.

- A. Двоступінчатим керуванням груп світильників.
- B. Треступінчатим керуванням груп світильників.
- C. Плавним регулюванням напруги живлення світильників

3. Використовуючи принципову електричну схему програмного пристрою “ПРУС–1”, вкажіть, за допомогою якого пристрою здійснюється вмикання освітлення в ручному режимі?

А. За допомогою контактів проміжного реле K1 і K2.

В. За допомогою перемикача SA.

С. За допомогою контактів проміжного реле K1 і K2 та перемикача SA.

4. Використовуючи принципову електричну схему програмного пристрою “ПРУС–1” вкажіть як здійснюється вмикання освітлення в автоматичному режимі?

А. Програмний пристрій замикає контакти мікроперемикачів SQ1 та SQ2 в колі котушок проміжних реле K1 і K2, які своїми контактами подають напругу на магнітні пускачі KM1 та KM2 груп освітлення.

В. Програмний пристрій замикає контакти мікроперемикачів SQ1 та SQ2 в колі котушок магнітних пускачів KM1 та KM2 груп освітлення.

С. За допомогою контактів проміжного реле K1 і K2 та перемикача SA.

5. Використовуючи принципову електричну схему пристрою “ТИРОС”, вкажіть, за допомогою якого засобу здійснюється безпосереднє регулювання напруги на світильниках?

А. За допомогою резисторів R4, R5.

В. За допомогою перемикачів SA2, SA2.

С. За допомогою тиристорів VS1, VS2.

2.6.2. Автоматизація установок ультрафіолетового опромінення

При промисловій технології вирощування тварин і птахів значне місце відводиться використанню ультрафіолетового опромінення. Ультрафіолетове опромінення з довжиною хвилі 280..315 нм (в області – В) в малих дозах позитивно впливає на ріст, розвиток, обмін речовин, продуктивність тварин і птахів. Недостача природного ультрафіолетового опромінення особливо відчутна в осінньо-зимовий період і ранньою весною. Вона часто буває першопричиною порушення обміну речовин, зниження захисних функцій організму і його стійкості до різних захворювань. Під дією цих променів у шкірі

тварин відбувається реакція утворення з провітаміну активно діючого вітаміну *D*, який відіграє важливу роль у регулюванні обміну речовин. При недостатці в організмі вітаміну *D* розвиваються такі хвороби, як рахіт, ацидоз та інші. Щоб цього не допустити, в системах зоотехнічних і ветеринарних заходів передбачається штучна компенсація ультрафіолетової недостатчі, в результаті чого на 5...13% підвищуються надої корів, збільшуються на 4...20% середньодобові прирости маси поросят, телят, ягнят і птахів, на 10...15% збільшується яйценосність курей.

Для ультрафіолетового опромінення сільськогосподарських тварин і птахів використовують різні типи опромінювачів і установок: стаціонарні опромінювачі типів *ЭО1-30М*, *ОЭ-1*, *ОЭ-2*, і *ОЭСП02-2×40*, переносні опромінювачі типів *ОРК-2* і *ОРКШ*, пересувні опромінювальні установки типів *УО-4* і *УОК-1* та інші.

Основним критерієм ефективності ультрафіолетового опромінення є необхідна кількість опромінення – доза. Вона для кожного виду і віку тварин та птахів визначається на основі біологічних досліджень. Доза опромінення залежить від типу та потужності джерела опромінення, висоти підвісу опромінювача та тривалості процесу опромінення. Структурна схема керування процесом ультрафіолетового опромінення тварин і птахів зображена на рисунку 2.6.4.

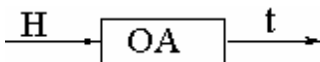


Рис. 2.6.4. Структурна схема керування процесом ультрафіолетового опромінення: *H* – доза опромінення (вхідна дія); *t* – час опромінення (величина, що керується)

З точки зору автоматизації для стаціонарних і переносних опромінювальних установок тривалість опромінення може бути забезпечена шляхом використання програмних пристроїв. Вони забезпечуватимуть необхідну періодичність включення та тривалість роботи опромінювальної установки протягом доби. При використанні пересувних опромінювальних установок тривалість опромінення обумовлена швидкістю переміщення опромінювачів та кількістю проходів, що вони здійснюють. Отже, при керуванні ними використовують принцип управління кількістю проходів, з використанням програмних пристроїв та апаратів керування у функції шляху.

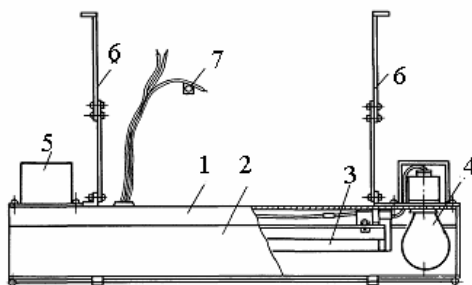


Рис. 2.6.5. Будова опромінювача ЗО-1-30М:
 1 – кожух; 2 – розсіювач; 3 – лампа ЛЭ-30;
 4 – лампа розжарювання; 5 – трансформатор

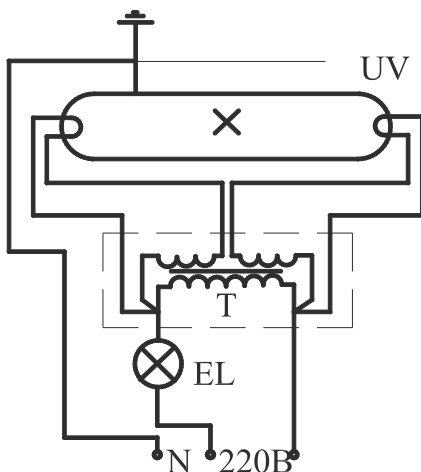


Рис. 2.6.6. Принципова електрична схема опромінювача ЗО-1-30М

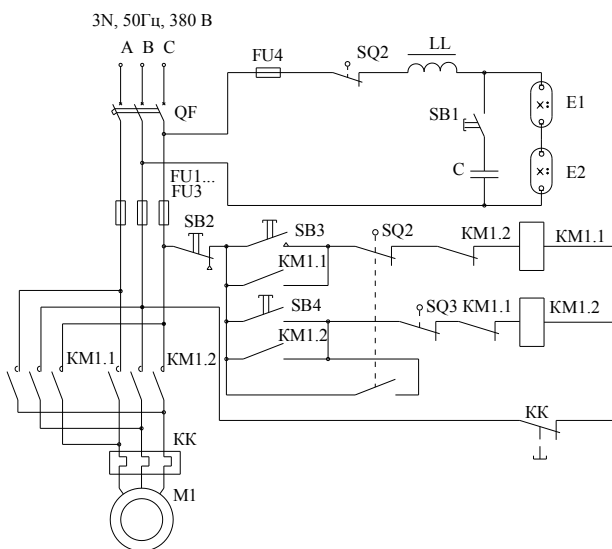
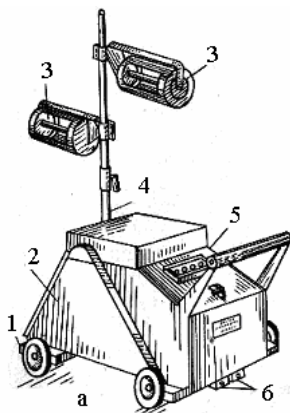
Стационарний опромінювач типу ЗО-1-30М (рис. 2.6.5) призначений для ультрафіолетового опромінення тварин і птахів. В опромінювач входить одна еритемна лампа типу ЛЭ-30 потужністю 30 Вт та одна лампа розжарювання потужністю 40 Вт і напругою живлення 127 В. Лампа розжарювання використовується в якості баластного опору. Опромінювач складається з кожуха 1, розсіювача 2, що виготовлені з оцинкованої та пофарбованої листової сталі. Всі прилади

та арматура розміщені в кожусі. В опромінювач також входить одна ерітемна лампа 3 типу *ЛЭ-30* потужністю *30 Вт* та одна лампа розжарювання 4 потужністю *40Вт* і напругою живлення *127В*. Лампа розжарювання використовується в якості баластного опору та як освітлювальний прилад. Для захисту ламп від пошкоджень використовується захисна сітка. Ефективне запалювання ерітемної лампи здійснюється за допомогою трансформатора *T* та полоси з алюмінієвої фольги на поверхні лампи (рис. 2.6.6).

При управлінні ультрафіолетовим опроміненням з використанням опромінювачів *ЭО-1-30М* їх поєднують в групи та передбачають програмне керування періодичністю і тривалістю процесу опромінення.

Самохідна установка *YOK-1* (рис. 2.6.7, а) з двома лампами типу *ДРТ-400* приводиться в дію від електродвигуна і застосовується для опромінення курей в багатоярусних клітках. Необхідна доза опромінення при використанні самохідної установки забезпечується кількістю проходів. Принципова електрична схема установки *YOK-1* зображена на рисунку 2.6.7, б. Пересуваючись між клітковими батареями, установка опромінює птицю у клітках відразу з двох боків проходу. Апарати керування роботою електродвигуна і опромінювачів змонтовані на пересувному шасі. Керування роботою електродвигуна здійснюється за допомогою реверсивного електромагнітного пускача *KM1*, кнопок *SB1*, *SB2* і *SB3* та кінцевих вимикачів *SQ1* і *SQ2*. В передній частині шасі встановлено кінцевий вимикач *SQ2*, який переключає електродвигун на зворотний хід, а в задній частині – кінцеві вимикачі *SQ1* та *SQ3* відповідно для вимикання ламп і зупинки шасі в кінці робочого ходу установки. Пуск електродвигуна здійснюють кнопками *SB3* (прямий хід) або *SB4* (зворотний хід). Лампи запалюють повторно-короткочасним натисканням на кнопку *SB1*.

Електромеханізована підвісна опромінювальна установка *УО-4* призначена для ультрафіолетового опромінення тварин і птахів при утриманні їх на підлозі. Схема розміщення опромінювальної установки показана на рисунку 2.6.8, а будова – на рисунку 2.6.9. Установка складається з чотирьох опромінювачів, що комплектуються лампами *ДРТ-400*, щита керування, приводної станції з електродвигуном і редуктором, несучої конструкції. Несучу конструкцію виконують зі сталльної оцинкованої проволочи, яку закріплюють вздовж приміщення.



б

Рис. 2.6.7. Самохідна установка УОК-1:

а – будова; б – принципова електрична схема; 1 – самохідне шасі; 2 – привод від електродвигуна до ведучих коліс і пристрій для укладання кабелю; 3 – опромінювачі з лампами ДРТ-400; 4 – штанга; 5 – панель керування; 6 – кінцеві вимикачі

Під час роботи опромінювачі здійснюють зворотно-поступальний рух за допомогою троса, що приводиться в рух від електродвигуна 0,27 кВт. Довжина несучого дроту і троса розрахована на приміщення довжиною до 90 м. Швидкість переміщення опромінювачів становить 0,3 м/хв. Необхідна доза опромінення забезпечується кількістю проходів і висотою підвісу опромінювачів.

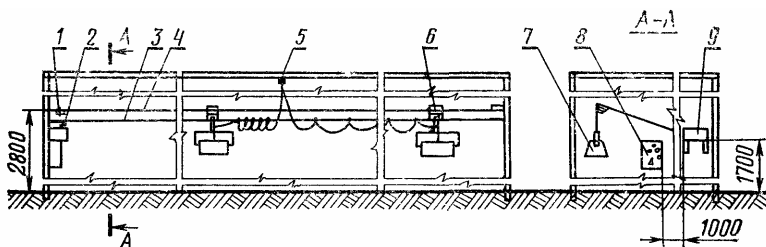


Рис. 2.6.8. Схема розміщення установки УФ опромінення УО-4:
 1 – ролик натяжний; 2 – гак; 3 – несучий провід; 4 – трос сталевий;
 5 – розподільник; 6 – поводок з хомутами; 7 – опромінювач;
 8 – шафа керування; 9 – привідна станція

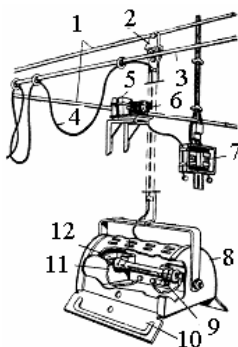


Рис. 2.6.9. Опромінювальна установка УО-4:
 1 – троси; 2 – каретка; 3 – несуча проволока; 4 – кабель; 5 – редуктор;
 6 – електродвигун; 7 – щит керування; 8 – арматура; 9 – лампа;
 10 – екрани; 11 – провідники; 12 – тримач

На рисунку 2.6.10. показана принципова схема автоматизації установки ультрафіолетового опромінення УО-4М, що дозволяє задавати щодоби необхідне число проходів опромінювача.

У визначений час замикається контакт *КТ1* у ланцюзі котушки магнітного пускача *КМ1*, що подає напругу на лампу і на паралельно приєднане до неї реле максимальної напруги *KV3*, *KV4*. У перший момент напруга на лампі висока і реле напруги *KV3*, *KV4* починає спрацьовувати, періодично підключаючи замикаючим контактом конденсатор *C2*, що приводить до запалювання лампи. У процесі розігріву лампи напруга на ній падає і реле *KV3*, *KV4* не спрацьовує.

Через 15...20 хв замикається контакт реле часу *KT1* у ланцюзі котушки магнітного пускача *KM2* і електродвигун *M* надає руху опромінювачам.

У протилежному кінці приміщення приводний двигун реверсується кінцевим вимикачем *SQ2*, що виключає магнітний пускач *KM2* і включає *KM3*. Опромінювачі почнуть рухатися в зворотному напрямку, котушка крокового шукача *KV1* одержить живлення, і його щітки пересунуться на одну ламель.

Опромінювачі зроблять стільки повних проходів (туди і назад), на яке число буде встановлений перемикач *SA2*. Коли щітки шукача стануть на ламель, з'єднану з заданою оператором ламеллю перемикача *SA2*, реле *KV2* знеструмить пускач *KM1*, що відключить двигун і лампи.

Крім того, котушка крокового шукача одержить живлення через контакти реле *KV2* і короткозамкнуте коло шукача *KV1*. У результаті щітки шукача будуть пересуватися доти, поки не потраплять на розімкнуті контакти. Кроковий шукач *KV1* повернеться у вихідне положення, і схема виявиться підготовленою до наступного циклу роботи.

Питання для самоконтролю

1. Для чого використовують штучне ультрафіолетове опромінення променями області УФ-В?
2. Від чого залежить доза УФ-опромінення тварин і птахів.
3. Принципи автоматизації стаціонарних, переносних та пересувних установок УФ-опромінення.
4. Для чого призначена самохідна установка УОК-1?
5. Будова та принцип дії установки УОК-1.
6. Будова та принцип дії установки УО-4.

ТЕСТИ

1. Штучне ультрафіолетове опромінення променями області УФ-В використовують

- А. Для утворення в шкірі з провітаміну активно діючого вітаміну D.
- В. Для утворення у шкірі вітаміну А.
- С. Для посилення кровообігу в підшкірних тканинах.

2. Для автоматичного керування стаціонарними опромінюючими установками використовують

- А. Апарати керування у функції шляху.
- В. Програмні пристрої.
- С. Прилади контролю інтенсивності ультрафіолетового опромінення

3. Для автоматичного керування пересувними опромінювальними установками використовують.

- А. Апарати керування у функції шляху та програмні пристрої.
- В. Програмні пристрої.
- С. Регулятори освіленості.

4. Використовуючи принципову електричну схему УОК-1, вкажіть, чим подається команда для переключення електро-двигуна приводу на зворотний хід?

- А. Кінцевим вимикачем SQ3.
- В. Кінцевим вимикачем SQ2.
- С. Кнопкою SB2.

5. Яке джерело ультрафіолетового опромінення використовують в пересувній установці УО-4?

- А. Дугова ртутна лампа ДРТ-400.
- В. Дугова ртутна лампа ДРЛ-400.
- А. Люмінісцентна еритемна лампа ЛЭ -15.

2.6.3. Автоматизація установок інфрачервоного опромінення

При промисловій технології вирощування тварин для зберігання здоров'я молодняку, значне місце відводиться використанню інфрачервоного опромінення. Інфрачервоне випромінювання – оптичне випромінювання з інтервалом довжини хвиль від $0,002\text{ м}$ до 760 нм , інтервалом частот від 150 ГГц до 400 ТГц . Оскільки інфрачервоні промені погано поглинаються повітрям, то основна їх частина передається безпосередньо тілу, що опромінюється.

Довгохвильове інфрачервоне випромінювання поглинається верхніми шарами шкіри і викликає їх почервоніння, а короткохвильове проникає в підшкірні шари тканин і органів, де його енергія перетворюється в теплову, в результаті чого посилюється кровообіг,

активізуються біологічні процеси і процеси обміну речовин. Все це підвищує біологічні функції організму, сприяє зростанню опору простудним захворюванням, а в результаті сприяє кращому росту і розвитку молодяку. Інфрачервоне випромінювання має також позитивний вплив на нервову систему, а через неї і на внутрішні органи.

Інфрачервоне опромінення рекомендується проводити в осінньо-зимовий і ранньовесняний період для курчат, індичат до віку 40...60 днів; качат і гусенят – 15...20 днів; поросят-сисунів – 30 ...45; телят і ягнят – до 10...15 денного віку. Залежно від кліматичних умов тривалість сезону опромінення може бути продовжена чи зменшена. Інфрачервоне опромінення можна використовувати також з лікувальною метою.

Джерелом інфрачервоного випромінювання є будь-яке нагріте тіло. В якості джерел інфрачервоного випромінювання широко використовують інфрачервоні дзеркальні лампи типу *ИКЗ*, *ИКЗК*, *ИКЗС* (світлі випромінювачі), *ТЕНи*, керамічні електронагрівники та інші низькотемпературні електронагрівники (темні випромінювачі). Максимум спектрального розподілу енергії “світлих” випромінювачів не співпадає з максимумом спектральної чутливості шкіри тварин. В цьому відношенні перевагу мають “темні” випромінювачі. З енергетичної точки зору вони на 10–25% ефективніші “світлих”. “Темні” випромінювачі порівняно з “світлими” мають переваги за надійністю роботи, строком служби, рівномірністю поля під опромінювачем. В їх спектрі відсутнє видиме випромінювання, що непокоїть тварин. Переваги “світлих” випромінювачів -незначні втрати теплоти через теплопровідність і конвекцію.

Вказані джерела використовуються в інфрачервоних опромінювачах *ОРИ-1*, *ООИ-1*, *ССПО-250*, *ИКО*, брудерах, установках комбінованого опромінення “ИКУФ”, “Луч” та інших.

Аналізуючи дію інфрачервоних випромінювачів, слід звернути увагу, що вагому роль визначає температура обігріву. Вона залежить від типу джерела випромінювання, його потужності та напруги живлення, висоти підвісу опромінювача. Використання високотемпературних “світлих” випромінювачів крім того повинно обмежуватися в тривалості, адже тривалий перегрів згубно впливає на білкові тканини, призводить до “спалювання” кисню. Враховуючи це, автоматизація інфрачервоного опромінення повинна передбачати регулювання температури в зоні дії опромінювачів, а для “світлих” ще й програмне керування тривалістю обігріву.

Для інфрачервоного опромінення молодняку тварин промисловість випускає опромінювач *ОКБ-3296Т* (рис. 2.6.11). Опромінювач має три нагрівальних елементи типу *ТЕН* потужністю по *400 Вт* кожний. Трубчасті нагрівники розміщені в конусоподібному сталевому кожусі з подвійними стінками, простір між якими заповнено теплоізоляцією. Знизу нагрівники захищені сіткою. Кожен нагрівний елемент має свій вимикач, розміщений на захисному кожусі 2. Опромінювач забезпечує обігрівання опоросу в одному станко-місці. Зміною висоти підвішування опромінювача та вмиканням різної кількості нагрівних елементів можна регулювати температуру в зоні обігріву.

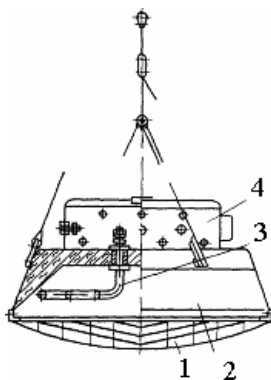


Рис. 2.6.11. Інфрачервоний опромінювач ОКБ-3296Т:

1 – сітка; 2 – кожух; 3 – нагрівник; 4 – кожух виводів

Для обігрівання *500...600* курчат віком від *1* до *30* днів при утриманні їх на підлозі використовують брудери *БП-1А* (рис. 2.6.11). Це зонт у вигляді шестигранної зрізаної металевої піраміди. Він складається з системи блоків *1*, вантажу противаг *2*, що призначені для регулювання підйому зонта *6*. Під зонтом розміщено чотири трубчатих електронагрівачі *4*, які забезпечують обігрів. Для освітлення під зонтом знаходиться освітлювальна лампа *5*. В середині зонта встановлено чотири нагрівальних електричних елементи потужністю по *250 Вт* кожний, терморегулятор і термометр. Дві секції піраміди мають круглі отвори з відкидними кришками для забезпечення обміну повітря під брудером. На кришці встановлена сигнальна лампа.

Принципова електрична схема брудера зображена на рисунку 2.6.12, б. При вмиканні брудера в електричну мережу напівпровідниковий регулятор температури одержить живлення і ввімкне нагрівальні елементи *EK1...EK4* в електричну мережу. Нагрівальні елементи складені за схемою рівноплечого моста, в діагональ якого ввімкнена сигнальна лампа. Сигнальна лампа засвічується при перегорянні одного з нагрівальних елементів. Якщо температура під брудером досягає заданої норми, то регулятор вимикає нагрівальні елементи. При зниженні температури повітря під брудером нагрівальні елементи знову вмикаються.

Опромінювач інфрачервоний *ССП 05*, що використовується для місцевого обігріву молодняку тварин, виконаний у вигляді сферичного відбивача, в якому за допомогою патрона *E-27* кріпиться інфрачервона дзеркальна лампа *ИКЗК-220-250*, захищена металевою сіткою. Кріплення опромінювача до перекриття здійснюється за допомогою підвісного пристрою. Висота підвісу для створення відповідного теплового режиму регулюється в межах *0,7 м* і вище.

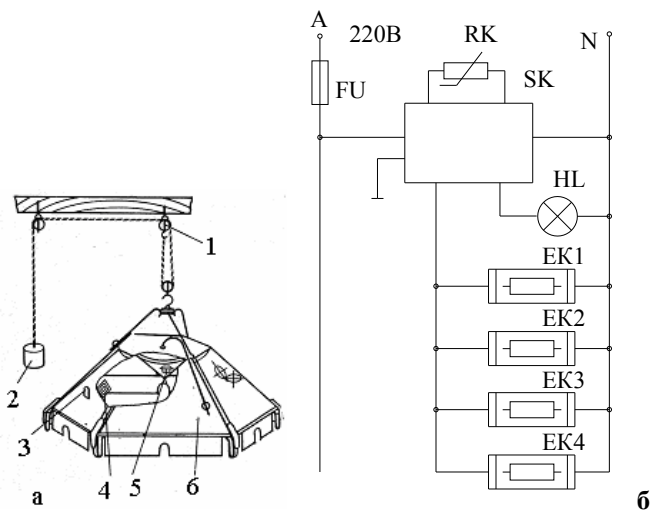


Рисунок 2.6.12. Брудер БП-1А:

а – зовнішній вигляд; *б* – принципова електрична схема; *1* – система блоків;
2 – вантаж противаги; *4* – ТЕНи; *5* – освітлювальна лампа; *6* – зонт

Для управління процесом інфрачервоного обігріву при використанні опромінювача ССП05-250-003-УЗ може бути використана система керування, яка передбачає програмне керування періодичністю та тривалістю обігріву і регулювання температури в зоні дії опромінювача. Добова циклічність ввімкнення і вимкнення опромінювача здійснюється за допомогою програмного реле часу, яке своїм контактом забезпечує ввімкнення та вимкнення магнітного пускача та подачу напруги в кола лампи опромінювача.

Підтримання температурного режиму на заданому рівні виконується пропорційним регулятором температури з регулюванням напруги живлення на лампі. Температура обігріву задається резистором. В основі системи підтримання температурного режиму використано регулятор напруги, виконаний на базі тиристора. Контроль температури обігріву здійснюється за допомогою терморезистора, що установлений в зоні дії опромінювача.

Особливо ефективним є одночасне опромінення тварин і птиці інфрачервоними і ультрафіолетовими променями. Промисловість випускає для одночасного інфрачервоного і ультрафіолетового опромінення установки “ИКУФ”, “Луч”, “СОЖ”. Деякі установки комбінованого опромінення крім того комплектуються аероіонізаторами.

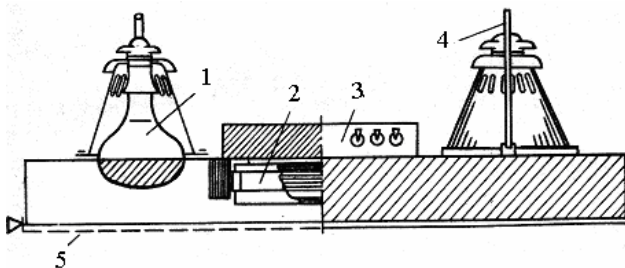


Рисунок 2.6.13. Опромінювач установки ИКУФ-1:

1 – інфрачервона лампа; 2 – еритемна лампа; 3 – кожух пуско-регулюючого апарату з перемикачами; 4 – підвіска; 5 – захисна решітка

До складу однієї установки ИКУФ-1М входить 40 опромінювачів, силовий щиток і блок програмного керування. Кожен опромінювач (рис. 2.6.13) має дві інфрачервоні лампи типу ИКЗК-220-250 і одну ультрафіолетову лампу ЛЕ-15, які змонтовані в загальній арматурі разом з пусковою апаратурою для лампи ЛЕ-15. Один опромінювач забезпечує обігрівання і опромінювання поросят-сисунів у двох станко-місцях, а телят – в одному станко-місці.

Принципіальну електричну схему установки ІКУФ-1М зображено на рис. 2.6.14. В схемі передбачено ручне і автоматичне керування. При ручному керуванні тумблери *SA1* і *SA2* встановлюють у положення “А”. Якщо подати на схему напругу, то спрацює реле часу *KT1* типу 2РВМ і через свої контакти подасть напругу на котушки електромагнітних пускачів *KM1* і *KM2*. Пускачі спрацюють і ввімкнуть інфрачервоні та ультрафіолетові лампи. Ультрафіолетові лампи розраховані на напругу 127 В і живляться від спеціальних трансформаторів. Програмне реле регулюють на потрібний режим роботи, і воно автоматично підтримує потрібну тривалість роботи ламп.

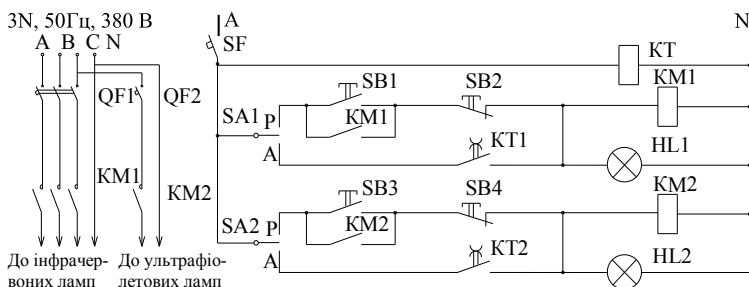


Рис. 2.6.14. Принципіальна електрична схема установки ІКУФ-1М

Універсальна автоматизована установка “Луч” призначена для інфрачервоного обігрівання і ультрафіолетового опромінення молодняку тварин і птиці. Вона складається з пульта керування і 40 опромінювачів (рис. 2.6.15).

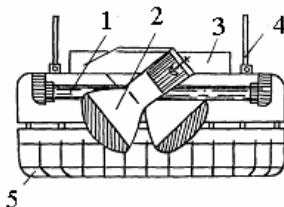


Рис. 2.2.15. Опромінювач установки “Луч”:

1 – еритемна лампа; 2 – інфрачервона лампа; 3 – кожух пускорегулюючої апаратури; 4 – підвіска; 5 – захисна решітка

Опромінювач – це жорстка овальна конструкція, в якій на кронштейні змонтовані дві інфрачервоні лампи 2 і між ними одна еритемна лампа типу ЛЭ-15 або ЛЭО-15. Шарнірне кріплення інфрачервоних ламп дає можливість регулювати їх положення до 90°. Зверху в кожусі 3 розташована пускорегулююча апаратура лампи ЛЭ-15. Знизу опромінювач закритий захисною решіткою 5. Для ступінчастого регулювання напруги на інфрачервоних лампах призначені автотрансформатори типу АТ-10, що забезпечують зміну температурного режиму у процесі вирощування молодняка.

Принципіальна електрична схема установки “Луч” зображена на рис. 2.6.16. Схема забезпечує ручне і автоматичне керування. При ручному керуванні вмикають і вимикають інфрачервоні лампи перемикачем SA1, а необхідну напругу на лампах встановлюють перемикачами Q2 і Q3. При автоматичному керуванні перемикач SA1 встановлюють у положення “А”. Після цього перемикачами Q2 і Q3 встановлюють необхідну напругу для інфрачервоних ламп. Тривалість періодів роботи і перерв регулює реле часу типу 2РВМ, яке має дві програми.

Ручне керування лампами ЛЕ-15 здійснюють вимикачем SA2. При автоматичному керуванні лампами ЛЕ-15 перемикач SA2 встановлюють у положення “А”, а режим роботи забезпечує друга програма реле часу 2РВМ (контакт КТ1: 2) відповідно до заданої добової дози.

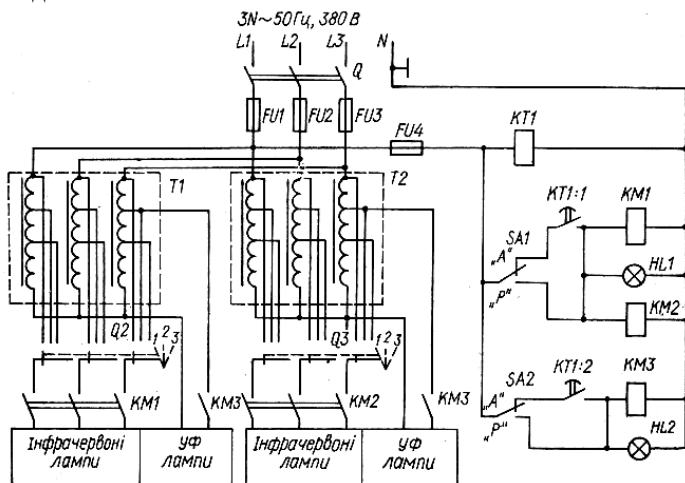


Рис. 2.6.16. Принципова електрична схема установки “Луч”

В сучасних установках інфрачервоного опромінення для регулювання напруги живлення на інфрачервоних лампах, з метою регулювання температурного режиму використовують тиристорні регулятори напруги.

Питання для самоконтролю

1. Що використовують в якості джерел інфрачервоного випромінювання?
2. Як поділяються за спектральним складом джерела інфрачервоного випромінювання та особливості їх використання?
3. Охарактеризуйте будову і принцип дії установок інфрачервоного опромінення.
4. Які основні принципи керування установками інфрачервоного обігріву.
5. Які установки використовуються для одночасного інфрачервоного і ультрафіолетового опромінення?
6. Принципи керування установками комбінованого опромінення.

ТЕСТИ

1. Які лампи використовують в інфрачервоних випромінювачах?

- А. Лампи типу ИКЗ, ИКЗК, ИКЗС.
- В. Лампи типу ЛЭ-15, ЛЭ0-3.
- С. Лампи типу ИКЗ, ЛЭ-15, ИКЗК.

2. Для чого використовується інфрачервоне випромінювання?

- А. Інфрачервоне випромінювання використовують для освітлення молодняку тварин і птиці.
- В. Інфрачервоне випромінювання використовують для обігрівання молодняку тварин і птиці.
- С. Інфрачервоне випромінювання використовують для утворення з провітаміну активно діючого вітаміну D.

3. Які переваги “темних” випромінювачів порівняно зі “світлими”?

А. “Темні” випромінювачі мають переваги – незначні втрати теплоти через теплопровідність.

В. “Темні” випромінювачі мають переваги за надійністю роботи, строком служби, рівномірністю поля під опромінювачем.

С. “Темні” випромінювачі мають переваги за надійністю роботи.

4. До яких випромінювачів відносяться брудери БП-1А?

А. До “світлих”.

В. До “червоних”.

С. До “темних”.

5. Який пристрій здійснює автоматичне керування електро-брудером БП-1А?

А. Терморегулятор

В. Програмне реле часу.

С. Датчик температури.

6. Які пристрої використовуються для автоматичного керування опромінювачем ССП05-250-003-УЗ?

А. Терморегулятор

В. Фотореле.

С. Програмне реле часу та регулятор температури.

7. Які пристрої використовуються для автоматичного керування установкою “ІКУФ-ІМ”?

А. Терморегулятор

В. Автотрансформатор.

С. Програмне реле часу.

8. Використовуючи принципову електричну схему “Луч”, вкажіть, за допомогою якого пристрою здійснюється регулювання напруги на інфрачервоних лампах?

А. За допомогою перемикача SA2 та електромагнітного пускача КМ1.

В. За допомогою перемикача SA1 та автотрансформатора TV1.

За допомогою програмного реле часу КТ.

2.7. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗБИРАННЯ ЯЄЦЬ ТА ЗАБІЙ ПТИЦІ

2.7.1. Автоматизація збирання яєць

Механізація та автоматизація збору яєць характерна для кліткового утримання курей. У кліткових батареях для збирання яєць застосовують стрічкові конвеєри, а також пересувні лотки. Яйце із гнізда або клітки скочується по похилій поверхні підніжної решітки в бік конвеєра або пересувного лотка. Скочується яйце відразу ж після того, як його знесла птиця, на стрічковий конвеєр. Збирають всі яйця на пересувні лотки під час руху кормороздавача.

Курок-несучок на великих птахівничих підприємствах утримують в багатоярусних, розміщених у кілька рядів кліткових батареях. Щоб забезпечити вихід яєць з усіх ярусів і рядів на загальний приймально-нагромаджувальний стіл, використовують яйцезбиральні конвеєри з елеватором.

На рисунку 2.7.1 зображено кінематичну схему яйцезбирального механізму, який складається з трьох яйцезбиральних конвеєрів 7, в кінці яких розміщений елеватор 5. Із кліток яйця викочуються на стрічкові конвеєри, які транспортують їх у службове приміщення, де вони скочуються на полиці-валки елеватора. З полиць елеватора яйця забирають на приймально-нагромаджувальний стіл спеціальними гребінками.

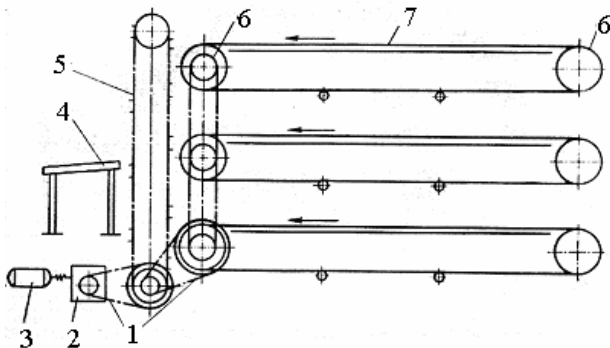


Рис. 2.7.1. Кінематична схема механізму яйцезбирання на механізованій клітковій батареї для утримання курок-несучок:

1 – ланцюгові передачі; 2 – редуктор; 3 – електродвигун; 4 – приймально-нагромаджувальний стіл; 5 – елеватор; 6 – приводний і натяжний барабани конвеєра; 7 – конвеєр

У кліткових батареях типу ОБН-1 один елеватор збирає і подає яйця на приймально-нагромаджувальний стіл із кількох рядів батарей. Із кліток яйця позовжніми конвеєрами подаються на поперечний конвеєр, з якого відсікач спрямовує їх на полиці елеватора. Переміщуючись елеватором вгору, а потім униз, яйця знімаються з нього переднім барабаном і скочуються на приймально-нагромаджувальний стіл.

Основну частину свого робочого часу пташниці затрачають на укладання яєць. Автоматизація укладання дає змогу у 2,5–3 рази збільшити продуктивність праці у пташнику.

Автоматичний укладач яєць складається з орієнтатора, укладального механізму, вічкового конвеєра, магазину порожньої тари, стопуючого пристрою, нагромаджувача і конвеєра заповнених прокладок. Працює укладальник так. Яйцезбиральний конвеєр подає яйця на роликівий орієнтатор, який переміщує і перевертає яйця гострим кінцем в один бік.

Орієнтовані яйця надходять на вічковий конвеєр. Після заповнення п'яти його вічок висовується заслінка механізму укладання яєць, і вони опускаються у тару гострим кінцем униз. Після цього тара зміщується на один рядок. Заповнена прокладка подається до стопуючого пристрою, у якому набирається від двох до десяти прокладок. Зібрана стопа автоматично передається на конвеєр. У процесі нагромадження стопи (комплекту) прокладки через одну згідно зі схемою їх укладання автоматично перевертаються на 90°.

Принципова електрична схема керування збором яєць у пташнику (рис. 2.7.2.) передбачає роботу в ручному, налагоджувальному й автоматичному режимах. Вибір режиму здійснюється багато-позиційним перемикачем *SA1*. Тумблерними перемикачами *SA2...SA7* здійснюється дистанційне вмикання окремих установок у налагоджувальному режимі, а *SA8* – при ручному керуванні. При вмиканні поперечного транспортера *M3* магнітним пускачем *KM3* блоком контактами *KV1:1* і *KV1:2* через *KV9.1* та *KV9.2* підготовляється вмикання позовжних транспортерів першого ярусу *M1* і приводу щіток очищення стрічок *M2*. На другому ярусі поперечний транспортер *M4* через реле *KV7* зблокований з електроприводом позовжнього транспортера *M6*, а через реле *KV10* – з електроприводом очищення щіток *M5*.

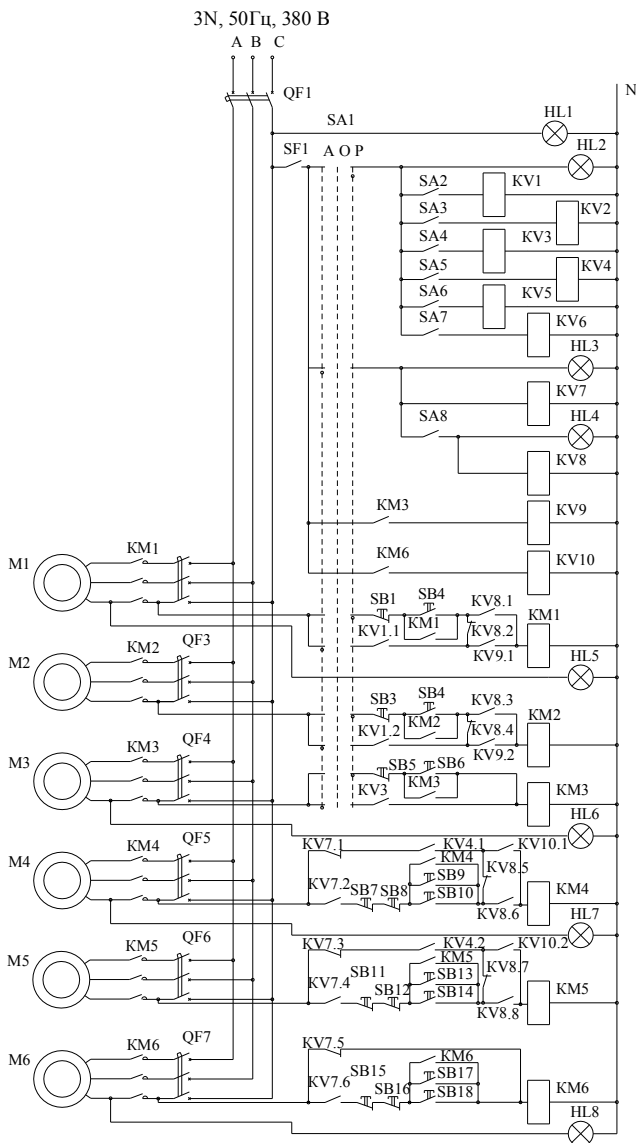


Рис. 2.7.2. Принципіальна електрична схема керування збиранням яєць в пташнику

В автоматичному режимі керування за заздалегідь розрахованим алгоритмом здійснює багатоканальний пристрій програмного керування (наприклад, *КЭП-12У*), що своїми контактами дублює функції контактів вимикачів *SA2...SA7* і автоматично керує транспортерами.

При централізованому збиранні яєць, щоб не втратити контроль над продуктивністю птахів, вводять автоматичний облік яєць, для чого використовують лічильники різних конструкцій (наприклад, СИСЭ-5), датчиками імпульсів для яких можуть служити фотореле або з мікроперемикачами (герконами) релейні елементи.

Питання для самоконтролю

1. Як здійснюється збирання яєць в кліткових батареях?
2. Який пристрій здійснює автоматичне керування лінією збирання яєць?
3. Вкажіть правильну послідовність вмикання лінії збирання яєць
4. Які пристрої використовують для збирання яєць?

ТЕСТИ

1. Які пристрої використовують для збирання яєць?

- А. Стрічкові конвеєри
- В. Пересувні лотки
- С. Стрічкові конвеєри, а також пересувні лотки.

2. Використовуючи принципову електричну схему, вкажіть, в яких режимах працює лінія збору яєць у пташнику?

А. Передбачається робота в ручному, налагоджувальному й автоматичному режимах, які встановлюються багатопозиційним перемикачем SA1

В. Передбачається робота в ручному, автоматичному режимах які встановлюються багатопозиційним перемикачем SA1

С. Передбачається робота в налагоджувальному й автоматичному режимах, які встановлюються багатопозиційним перемикачем SA1

3. Використовуючи принципову електричну схему лінії збору яєць у пташнику, вкажіть, для чого використовується тумблер SA8?

А. Здійснюється автоматичне вмикання окремих установок у налагоджувальному режимі

В. Здійснюється дистанційне вмикання окремих установок у налагоджувальному режимі

С. Здійснюється ручне вмикання лінії

4. Використовуючи принципову електричну схему лінії збору яєць у пташнику, вкажіть, в якій послідовності вмикаються двигуни M1, M2, M3 першого ярусу?

А. При вмиканні поперечного транспортера M1 магнітним пускачем KM1 блок-контактами KV1:1 і KV1:2 через KV9.1 та KV9.2 вмикаються подовжній транспортер першого ярусу M3 і привід щіток очищення стрічок M2.

В. При вмиканні поперечного транспортера M3 магнітним пускачем KM3 блок-контактами KV1:1 і KV1:2 через KV9.1 та KV9.2 вмикаються подовжній транспортер першого ярусу M1 і привід щіток очищення стрічок M2.

С. При вмиканні поперечного транспортера M2 магнітним пускачем KM2 блок-контактами KV1:1 і KV1:2 через KV9.1 та KV9.2 вмикаються подовжній транспортер першого ярусу M1 і привод щіток очищення стрічок M2.

5. Використовуючи принципову електричну схему лінії збору яєць у пташнику, вкажіть, для чого використовуються тумблерні перемикачі SA2...SA7?

А. Здійснюється дистанційне вмикання окремих установок у налагоджувальному режимі

В. Здійснюється ручне вмикання окремих установок у налагоджувальному режимі

С. Здійснюється автоматичне вмикання окремих установок у налагоджувальному режимі

2.7.2. Автоматизація процесу забою птиці

Для забою птахів й обробки тушок до товарних кондицій сучасні спеціалізовані птахівничі господарства мають забійні цехи, обладнані напівавтоматичними забійними лініями (рисунк 2.7.3). Птахів, доставлених із пташників у клітках, підвішують за ноги закрепами на ланцюзі підвісного конвеєра, що рухається повільно зі швидкістю $0,08 \text{ м/с}$ убік робочого місця забою і знекровлювання.

Перед забоєм апаратом для електроглушіння, на який подається слабкострумova напруга від 650 до 900 В, птахів приводять у спокійний стан. За допомогою спеціальних ножиців птахів умертвляють. Над жолобом для стоку крові кожен птах рухається протягом 2 хв, а потім надходить у камеру теплової обробки, де протягом наступних 2 хв. її обробляють паром при температурі $52...54^{\circ}\text{C}$ (для курчат $51...53^{\circ}\text{C}$). Потім тушка проходить по черзі ряд машин, де знімається махове перо з крил і хвоста, оперення з голови і ший. Далі тушки миють теплою водою протягом 30 с і піддають воскуванню, підсушують і попередньо прохолоджують. Потім віск із тушок видаляють, обробляють лапки, тушки знімають з конвеєра, упаковують у тару і відправляють у камеру охолодження.

Запускають забійну лінію з центрального пульта керування. Послідовність включення в роботу окремих машин здійснюється багатоканальним програмним пристроєм.

Забійна лінія В2-ФЗЛ-3 використовується для переробки бройлерів, курей та курчат.

Цех призначений для обслуговування бройлерних птахофабрик потужністю 1 млн голів на рік, а також великих птахофабрик яєчного напрямку, племптахозаводів.

Продуктивність цеху – 3000 гол/год з випуском м'яса птиці в і готовому вигляді, супових наборів із ніжок та голів, кісткового борошна та пір'я.

Для збереження птиці у забійному цеху передбачені чотири універсальні холодильні камери на 240 т. До забійного цеху входять такі технологічні лінії (ділянки):

- ділянка транспортування птиці до місця її підвішування на конвеєрі;
- лінія забою птиці та первинної обробки тушок;
- лінія обробки тушок;
- лінія охолодження тушок та харчових субпродуктів;

- лінія запаковування внутрішніх органів у поліетиленову плівку;
- ділянка сортування, фасування та запаковування тушок у пакети з поліетиленової плівки;
- ділянка переробки відходів тваринницького походження на кормове борошно.

Пристрій для санітарної обробки К7-ФО-2-Л6 призначений для очищення та дезінфекції всіх рухомих елементів конвеєра. Його встановлюють перед ділянкою підвішування живої птиці. Це механізм, який складається з двох щіток, що обертаються, розташовані на відкритих стінках.

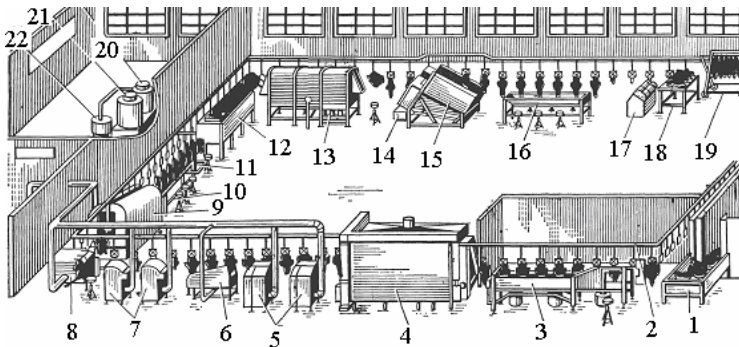


Рис. 2.7.3. Технологічна схема напівавтоматичної лінії забою птиці:

- 1 – загін для птахів; 2 – підвісний конвеєр; 3 – жолоба для забою і знекровлювання; 4 – камера для теплової обробки тушок; 5, 6, 7, 8 – машини для видалення пір'я; 9 – автоматична машина для видалення пуху з тушки; 10 – стіл для збору залишків пера при ручній обробці тушок; 11 – стіл для обробки тушок; 12 – ванна для автоматичного воскування тушок; 13 – охолоджувач для воскованих тушок; 14 – візок для збору і транспортування воскової маси; 15 – автоматична машина для зняття воскового покриву з тушок; 16 – стіл для збору залишків воскової маси при ручній обробці тушок; 17 – машина для миття лапок; 18 – машина для упакування тушок; 19 – візок для транспортування тушок; 20 – бак розплавленої воскової маси; 21 – бак для регенерації воскової маси; 22 – центрифуга для відділення воскової маси

Апарат електроглушіння РЗ-ФЗО призначений для анестизування живої птиці електричним струмом під час її руху на конвеєрі. У вигляді контактного електроду в ньому використовують воду, яка

знаходиться в ізолюваному об'ємі. Апарат складається із стояка, ванни, контактної напрямної лебідки для регулювання висоти встановлення ванни та електричного блока.

Птиця, занурюючись з головою у воду, до якої підведений електричний контакт, замкне електричне коло вода – напрямна (другий електрод), під дією струму впадає в шоківий стан, що полегшує подальший забій. Наявність води забезпечує надійний контакт та дозволяє значно знизити робочу напругу струму, потрібну для глушіння птиці. Пропускна здатність апарату для бройлерів, курей та курчат до 6000 гол/год, а для каченят та качок 2000 гол/год. Діючу напругу електричного струму можна змінювати в межах 15–220 В, габаритні розміри установки 1350×950×2200 мм, маса 150 кг. Час глушіння – 6с. Напруга робочого середовища для бройлерів (курей, цесарок) – 90–110 В, а для каченят (гусенят, індичат) – 120–135 В.

Машина для зовнішнього забою В2-ФЦЛ-6/4 складається із каркасу, регульованого за висотою стояка, привода, дискового ножа, двох напрямних та двох підпружинених важелів.

Лічильник птиці В2-ФЦЛ-6/66 складається із системи важелів, напрямних, змонтованих на металевій рамці, та ящика, який виноситься за межі забійного цеху.

На рамі кріпиться клемна коробка та дві напрямні, до однієї з яких кріплять датчики з вимикачем, важелем та противагою.

Машина для зняття пір'я К7-ФЦЛ/7 складається з двох панелей, двох опорних рам, зрошувальної системи та системи важелів. Кожна панель – це каркас, зварений з листів та стяжок. На одному з листів кожного каркасу, який також є передньою стінкою, змонтовані три ряди роторів (по сім вузлів у кожному ряду). Всі ротори обладнані рифленими гумовими робочими органами (формовими виробами) – пальцями. Верхній та нижній ряд роторів зроблені з нахилом.

Питання для самоконтролю

1. Як здійснюється процес забою птиці?
2. Які основні лінії та ділянки входять до забійного цеху птиці?
3. Які технологічні операції виконуються в лінії забою птиці?

ТЕСТИ

1. За допомогою якого пристрою здійснюється послідовність вмикання окремих машин лінії забою птиці?

- А. Вручну.
- В. Багатоканальним програмним пристроєм.
- С. За допомогою реле часу.

2. За допомогою чого здійснюється вмикання окремих машин лінії забою птиці?

- А. Програмним реле часу.
- В. Здійснюється багатоканальним програмним пристроєм.
- С. За допомогою реле часу.

3. Для чого призначений апарат електроглушіння РЗ-ФЗО лінії забою птиці?

А. Для анестизування живої птиці електричним струмом під час її руху на конвеєрі, у якому використовують воду в вигляді контактного електроду.

В. Для умертвіння живої птиці електричним струмом під час її руху на конвеєрі.

С. Для умертвіння живої птиці електричним струмом під час її руху на конвеєрі, у якому використовують воду у вигляді контактного електроду.

4. Як здійснюється зняття пір'я машиною К7-ФЗЛ/7 лінії забою птиці?

А. За допомогою витяжних вентиляторів, які розміщені в два ряди.

В. За допомогою працівників лінії, які розміщені в два ряди.

С. За допомогою роторних дисків, які обладнані рифленими гумовими робочими органами (формовими виробами) – пальцями і розміщеними в два ряди.

3. АВТОМАТИЗАЦІЯ КОРМОВИРОБНИЦТВА

3.1. АВТОМАТИЗАЦІЯ АГРЕГАТІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ТРАВ'ЯНОГО БОРОШНА

Раціональна годівля тварин та птахів – найважливіша умова збільшення виробництва молока, м'яса та яєць. Збалансовані раціони зменшують витрати кормів, позитивно впливають на племенні властивості тварин, здоров'я та довголіття, підвищують якість та знижують собівартість продукції.

У якості основних компонентів кормів використовують подрібнене зерно, зелені, грубі корми, коренеплоди. Для подрібнення зерна використовують в основному молоткові дробарки КДМ-2, ДБ-5, ДКМ-5. Грубі корми подрібнюють на подрібнювачах ИГК-30Б, КДУ-2, “Волгарь-5”, ИРТ-Ф-80. Коренебульбоплоди – на подрібнювачах ИСК-3, ИКМ-Ф-10. Крім вказаного обладнання приготування кормів, використовують агрегати приготування трав'яного борошна, обладнання пресування кормів, плющилки зерна, екструдери та агрегати приготування кормосумішей.

Приготування трав'яного борошна методом високотемпературного сушіння – ефективний спосіб консервування зелених кормів. При цьому забезпечується збереження до 95 % поживних речовин, що містяться в рослині, засвоєння організмом тварин даних речовин досягає 70 %. Приготування трав'яного борошна відбувається в основному на пневмобарабаних сушарках безперервної дії. Основними операціями приготування трав'яного борошна є сушіння попередньо подрібнених частинок трави та їх подрібнення на дробарці.

Для приготування трав'яного борошна або січки використовують агрегати *АВМ* продуктивністю 0,65 та 1,5 *т/год*. Агрегати можуть працювати на рідкому, твердому паливі та природному газу.

У модифікації *АВМ-0,65РГ* агрегат працює на природному газі. Він складається з живильника зеленої маси, транспортера, теплогенератора, сушильного барабана, дробарки, системи відведення борошна, системи рециркуляції відпрацьованого теплоносія, електроприводів.

Скошена і подрібнена кормозбиральним комбайном або косаркою-подрібнювачем трава доставляється до сушильного агрегату. Живильник зеленої маси (рис. 3.1) типу *ПЗМ-1,5*, який включає в себе лоток 7; конвеєр 8; бітери 9,10; гвинтовий транспортер 11,

призначений для приймання сировини і дозованої її подачі на транспортер 12 агрегату. Транспортер дозує і подає сировину в сушильний барабан 13.

Теплогенератор, який включає в себе вентилятор 1; пальник 2; камеру газифікації 3; топку 4, виробляє теплоносії при спалюванні природного газу і направляє його в сушильний барабан. Температура теплоносія в різних режимах роботи коливається від 500 до 900 °С.

Сушильний барабан 13 складається з трьох концентричних циліндрів, встановлених таким чином, що висушувана сировина при русі проходить послідовно кожний з них.

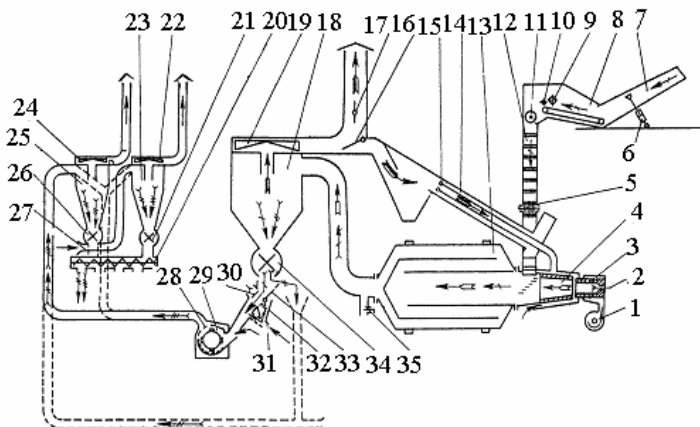


Рис. 3.1. Технологічна схема АВМ-0,65:

- 1 – вентилятор; 2 – пальник; 3 – камера газифікації; 4 – топка; 5 – бітер;
6 – гідроциліндр; 7 – лоток; 8 – конвеєр; 9, 10 – бітер; 11 – транспортер
звинтовий; 12 – транспортер; 13 – барабан; 14 – система рециркуляції;
15, 16, 17 – заслінка; 18 – циклон; 19 – вентилятор; 20 – шнек; 21 – дозатор;
22 – вентилятор; 23 – система охолодження борошна – циклон;
24 – вентилятор; 25 – циклон; 26 – дозатор; 27 – повітропровід;
28 – решето; 29 – дробарка; 30 – заслінка; 31 – забірник зерна;
32, 33 – заслінка; 34 – шлюзовий затвор; 35 – відбірник

Система відведення сухої маси складається з циклона 18 і вентилятора 19. Вентилятор працює на відсмоктування і створює повітряний потік, що необхідний для транспортування маси разом з теплоносієм і видалення відпрацьованого теплоносія. Циклон зв'язаний з сушильним барабаном трубопроводом, обладнаним

відбірником важких сторонніх предметів 35. У нижній частині циклона розміщений шлюзовий затвор 34, який подає суху масу в молоткову дробарку 29. Система відведення борошна складається з циклона відведення борошна 25, охолоджувального циклона 23 з вентиляторами 22, 24 і дозаторами 21, 26. Під дозаторами циклонів розміщений шнек 20 з чотирма вивантажувальними горловинами.

Система рециркуляції теплоносія забезпечує повернення частини відпрацьованого теплоносія в теплогенератор. Рециркуляція дозволяє зекономити до 7–12% палива при номінальному режимі роботи агрегату.

При сушінні монокультур із брикетуванням січки і зерна без подрібнення потік сухого продукту спрямовується в малі циклони в обхід дробарки. При приготуванні трав'яної січки суха маса може спрямовуватися в обхід системи відведення і охолодження борошна.

Більш пізні моделі агрегату АВМ-1,5Б оснащені системами автоматичного регулювання процесом сушіння і рециркуляції теплоносія.

Для правильного ведення технологічного процесу приготування трав'яного борошна на агрегаті застосовані наступні види автоматичного і ручного регулювання:

- автоматична підтримка заданої температури на виході із сушильного барабана, здійснюване виконавчим механізмом (рис. 3.2.) за командами регулюючого приладу. Сигнал про величину контрольованої температури надходить від термопари, встановленої в потоці теплоносія за барабаном;
- безступінчасте регулювання швидкості обертання сушильного барабана в межах від 2,8 до 7,8 об/хв встановлюється вручну за допомогою варіатора. При цьому вибирається раціональний режим сушіння різного виду сировини;
- автоматичне керування запуском теплогенератора і контроль полум'я в топці теплогенератора.
- автоматичне регулювання кількості зеленої маси на транспортері створюється, щоб уникнути нагромадження маси в нижній частині транспортера, що приведе до забивання шнека конвеєра. Товщину зеленої маси регулюють бітером, переміщаючи його за допомогою рукоятки домкрата.

У випадку нагромадження маси в нижній частині транспортера відбувається торкання датчика верхнього рівня об масу й автоматичний регулятор відключає електродвигун приводу конвеєра.

Після зниження рівня маси до встановленого конвеєр знову запускається.

Система автоматичного регулювання процесом сушіння забезпечує стабілізацію вологості сухого корму. Вхідними параметрами системи є температура теплоносія і вологості трав'яної січки. Керування здійснюється шляхом зміни подачі палива і вхідної сировини.

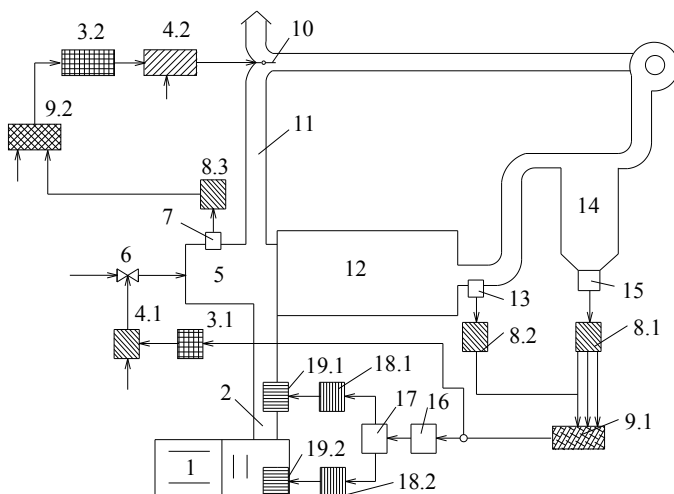


Рис. 3.2. Структурна схема системи автоматичного регулювання процесу сушіння агрегату АВМ-1,5Б:

1 – конвеєр; 2 – транспортер; 3 – пусковий пристрій; 4 – виконавчий механізм; 5 – теплогенератор; 6 – регулятор подачі палива; 7 – датчик тяги; 8 – коригувальний електронний прилад; 9 – регулюючий електронний прилад; 10 – заслінка; 11 – система рециркуляції теплоносія; 12 – сушильний барабан; 13 – термopаpa; 14 – система відводу сухої маси; 15 – потоковий вологомір; 16 – блок вибіркості; 17 – блок узгодження; 18 – тиристорна станція керування; 19 – електродвигун постійного струму

Система регулювання (рис. 3.2) містить у собі термopару 13, встановлену на виході сушильного барабана 12, регулятор подачі палива 6 з виконавчим механізмом 4.1 і пусковим пристроєм 3.1, регульовані приводи стрічок транспортера 2 і конвеєри 1 з електродвигунами постійного струму 19 і тиристорними станціями

керування 18, потоковий вологомір 15, блок узгодження 17, блок вибіркової 16, що регулює електронний прилад 9.1, коригувальні електронні прилади 8.1 і 8.2.

Алгебраїчна сума сигналу вологості висушеного корму, вимірюваної потоковим вологоміром 15 типу ВП-1, і сигналу швидкості зміни температури теплоносія на виході сушильного барабана, формованого в коригувальному приладі 8.2 типу К16.1 по сигналу термопари 13, порівнюється із сигналом заданої вологості в регулюючому приладі 9.1 типу Р25.1. По отриманій різниці вхідних сигналів формується керуючий вплив на виконавчий механізм 4.1 регулятора подачі палива 6 і електропривода транспортера 2 і конвеєри 1, які змінюють подачу сирого матеріалу в сушильний барабан. Якщо температура теплоносія на вході в сушильний барабан перевищує значення, установлене на мілівольтметрі, вплив на зміну подачі палива припиняється.

Система автоматичного керування рециркуляцією забезпечує зміну кількості теплоносія, який рециркулюється залежно від розрідження в топці. Вона складається з датчика тяги 7, що регулюється приладом 9.2, пускового пристрою 3.2 і виконавчого механізму 4.2. При відхиленні розрідження в теплогенераторі від заданого значення регулюючий прилад через пусковий пристрій пускає в хід виконавчий механізм, що повертає заслінку у вихлопній трубі агрегату.

Система автоматичного регулювання вмикається в роботу через 40–80 хв. після запуску агрегату, тобто в сталому режимі його роботи. До виходу на цей режим регулюючий прилад 9.1 вимірює різницю між температурою теплоносія за сушильним барабаном і його заданим значенням та формує керуючий сигнал для корекції подачі палива і сирого матеріалу.

В агрегаті для сушіння кормів АВМ-1,5Б (ТУ 105-1-1102-86) для рівномірної подачі зеленої маси у барабан привід живильника-дозатора стебельчатих кормів здійснюється від електродвигуна постійного струму.

Питання для самоконтролю

1. Яка необхідність використання високотемпературного сушіння зелених кормів?
2. Для чого призначений АВМ?
3. З яких основних частин складається АВМ?

-
-
4. За допомогою технологічної схеми поясніть процес роботи АВМ.
 5. Які системи автоматичного регулювання процесом містить АВМ?
 6. Використовуючи структурну схему АВМ вкажіть, як буде проходити сигнал при збільшенні вологості висушеного корму
 7. Використовуючи структурну схему АВМ вкажіть, як буде проходити сигнал при збільшенні вологості висушеного корму.
 8. Використовуючи структурну схему АВМ вкажіть, як буде проходити сигнал при відхиленні розрідження в теплогенераторі від заданого значення
 9. За допомогою принципової електричної схеми АВМ поясніть процес роботи агрегату.

ТЕСТИ

1. Як здійснюється автоматичне регулювання процесом сушіння в АВМ?

- A. Від рівня і зміни температури змінюють подачу сировини
- B. Від зміни температури змінюють подачу палива.
- C. Від вологості і зміни температури змінюють подачу сировини та палива

2. Як здійснюється автоматичне керування рециркуляцією в АВМ?

- A. При відхиленні розрідження в топці від заданого значення виконавчий механізм повертає заслінку у вихлопній трубі агрегату.
- B. При відхиленні розрідження в топці від заданого значення виконавчий механізм закриває подачу палива.
- C. При відхиленні розрідження в топці від заданого значення виконавчий механізм повертає повітря у агрегаті.

3. В якій послідовності вмикаються електродвигуни в АВМ?

- A. Пуск електродвигунів в будь якій послідовності.
- B. Пуск електродвигунів можливий тільки в послідовності зворотного напрямку проходження сировини.
- C. Пуск електродвигунів можливий тільки в напрямку проходження сировини.

3.2. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЮВАННЯ ТА БРИКЕТУВАННЯ КОРМІВ

3.2.1. Автоматизація гранулювання кормів

Більш повно зберігаються живильні речовини в зелених кормах штучного сушіння у пресованому виді. У порівнянні з трав'яним борошном втрати каротину в гранулах знижуються в 10 разів. Застосування гранульованих і брикетованих кормів у раціонах тварин дозволяє збільшити середньодобовий надій молока на 7%, прирости ваги молодняку великої рогатої худоби на 10–20%, свиней на 10–15%, яйценосність на 11%. Крім того, використання кормів у пресованому виді дозволяє скоротити трудові затрати і механічні втрати при завантажувально-розвантажувальних і транспортних роботах, більш економічно використовувати складські приміщення, тару і транспортні засоби, зменшити втрати кормів при збереженні, транспортуванні і роздачі. Гранулюванню піддають вітамінне борошно, брикетуванню – висушену трав'яну січку.

Гранули – це сипкі кормові компоненти (найчастіше – трав'яне борошно), спресовані до щільності $800\text{--}1300\text{ кг/м}^3$, діаметром (товщиною) до 25 мм. Брикети – це спресовані до щільності $500\text{--}900\text{ кг/м}^3$ кормові суміші із включенням грубих кормів, трав'яної або солом'яної січки.

Головною машиною в комплекті обладнання для гранулювання і брикетування є брикетний прес або гранулятор. За принципом дії вони бувають вальцові, шнекові, плунжерні та матричні. Найрозповсюдженішими є матричні робочі органи, які складаються з матриці з пресувальними каналами та пресувальними вальцями. Процес ущільнення в такому робочому органі відбувається так (рис. 3.3). У робочу зону, створену внутрішньою поверхнею матриці 2 і зовнішньою поверхнею вальця 5, подається матеріал 1, який спочатку стискується, а потім вдавлюється в канали 4. При їх заповненні опір пресування матеріалу зростає, у зв'язку з чим тиск пресування збільшується і досягає максимального значення при повністю заповнених каналах. Коли тиск пресування дорівнюватиме силі тертя спресованого матеріалу об стінки каналів, він виштовхується. При зустрічі з ножом 3 пресований матеріал розділяється на окремі гранули або брикети.

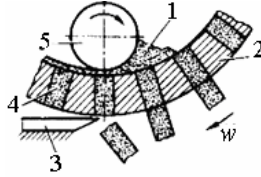


Рис. 3.3. Технологічна схема матричного преса:
1 – корм; 2 – матриця; 3 – ніж; 4 – канал; 5 – валець

Для пресування кормів використовують гранулятори *ОГМ* та обладнання *ОПК*, технологія приготування пресованих кормів у них схожа. Обладнання для гранулювання трав'яного борошна *ОГМ-0,8А* призначене для приготування гранул з трав'яного борошна, що виробляється агрегатом для сушіння кормів *АВМ-0,65*. Комплект обладнання складається з дозатора, змішувача, гранулятора, охолоджувача з сортувалкою, вентилятора сортувалки, системи введення води, електропривода (рис. 3.4).

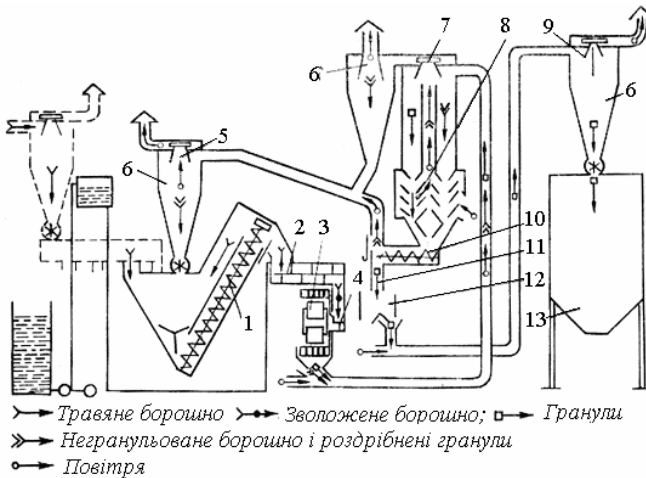


Рис. 3.4. Технологічна схема гранулятора трав'яного борошна *ОГМ-0,8А*:
1 – дозатор; 2 – змішувач; 3 – прес; 4 – живильник; 5 – вентилятор сортувалки; 6 – циклон; 7 – вентилятор охолодження; 8 – охолоджувач; 9 – пневмоконвеєр; 10 – шнек сортувалки; 11 – сортувальна колонка; 12 – вентилятор пневмотранспортера; 13 – бункер

Керування і захист електроприводів здійснюються за допомогою шафи керування, в якій встановлено електромагнітні пускачі, автоматичні вимикачі, реле тощо.

Дозатор 1 призначений для рівномірної дозованої подачі борошна у змішувач гранулятора. Він має швидкохідний шнек, змонтований у похилому корпусі. Корпус складається з приймальної і вивантажувальної горловини, транспортного і зворотного каналів. На верхній площадці приймальної горловини встановлений шлюзовий затвор. В середині приймальної горловини обертається руйнувач склепіння, який запобігає створенню склепіння з борошна. Подача борошна у змішувач регулюється дозуючою заслінкою, яка перекриває вивантажувальну горловину. У змішувачі 2 борошно змочується водою до вологості, необхідної для гранулювання, перемішується і переміщується вздовж осі до живильника гранулятора. Робочий орган змішувача — мішалка, розміщена в корпусі і обертається у двох підшипниках. На корпусі змішувача змонтовано обладнання для подачі води.

Гранулятор 3 виробляє гранули, продавлюючи зволене борошно пресуючими вальцями через радіальні отвори кільцевої матриці. На виході з отворів матриці гранули нашттовхуються на нерухомий ніж і обламуються.

Охолоджувач 8 жалюзійно-циклонного типу складається з вентилятора і циклона з жалюзьями на бічній поверхні. Циклон має внутрішній і зовнішній циліндри, які утворюють камеру охолодження. На зовнішньому жалюзійному циліндрі встановлений датчик верхнього рівня гранул у циклоні. Вентилятор 7 в охолоджувачі створює два паралельних повітряних потоки, один з яких транспортує гранули з преса в охолоджувач, а другий охолоджує їх. Одночасно з охолоджуваної маси виноситься незгранульоване борошно, яке під дією вентилятора 5 через циклони 6 поступає в приймальну горловину дозатора.

У процесі охолодження з гранул випаровується волога і в них відбуваються певні фізико-хімічні зміни, внаслідок чого гранули набувають необхідної міцності.

Після заповнення охолоджувальної колонки за командою датчика верхнього рівня вмикається електропривод шнека сортування і гранули переміщуються у сортувальну колонку.

При сортуванні дрібняк і незгранульоване борошно відокремлюються від гранул. Сортувалка виконана у вигляді циліндра з горловиною і консольним шнеком 11. До кінця циліндра приєднана

сортувальна колонка 11. Охолоджені гранули шнеком подаються в сортувальну колонку, де у потоці повітря, створюваним вентилятором 5, дрібняк і незгранульоване борошно відокремлюються від кондиційних гранул і через циклон 6 направляються на повторне гранулювання. Пневмотранспортером 9 гранули спрямовуються в циклон 6, і подалі в бункер 13. Система введення води складається з насоса з електроприводом, який подає воду у спеціальний резервуар. Звідки вода самотпливом подається у змішувач через електромагнітний вентиль. При наявності водогону воду підводять безпосередньо до електромагнітного вентиля.

Принципіальна електрична схема керування ОГМ-0,8А (рис. 3.5) забезпечує режими “Робота” і “Налагодження”.

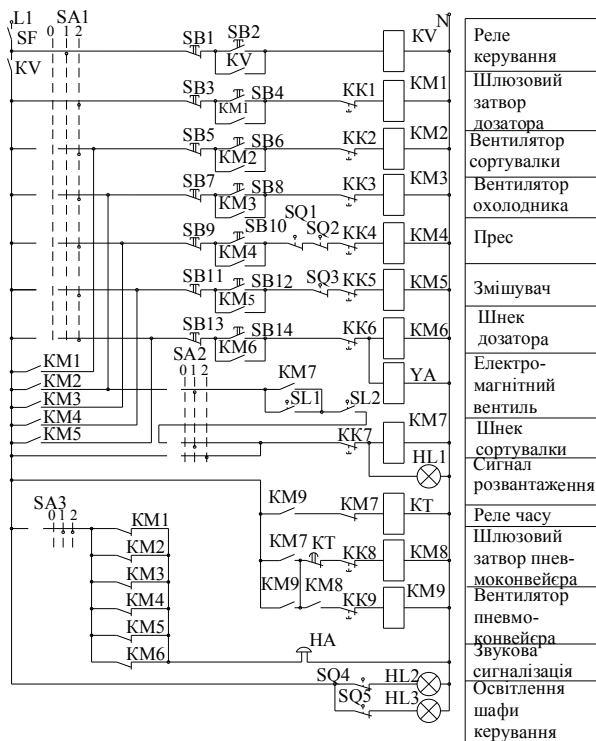


Рис. 3.5. Принципіальна електрична схема керування ОГМ-0,8А

У режимі “Робота” перемикачі *SA1*, ..., *SA3* ставлять у положення *1* і натисканням на кнопку *SB2* подають напругу на котушку реле керування *KV*, яке спрацьовує і своїм замикаючим контактом підготовляє до роботи кола керування електроприводами. Одночасно вмикається електродзвінок, який попереджає про пуск агрегату.

Пуск електродвигунів здійснюється, натисканням на кнопки “Пуск” *SB4*, *SB6*, *SB8*, *SB10*, *SB12* і *SB14* у послідовності, протилежній напрямку руху продукту. При натисканні на ці кнопки подається живлення на котушки відповідних електромагнітних пускачів *KM1*, ..., *KM6*, які вмикають в електричну мережу двигуни приводів шлюзового затвора дозатора, вентилятора сортувалки, вентилятора охолодника, преса, змішувача і шнека дозатора. Помилкове вмикання двигунів у будь-якій іншій послідовності не допускається завдяки відповідним блокіровкам. Наприклад, пускач *KM2* можна ввімкнути тільки після вмикання пускача *KM1*, коли замкнеться його допоміжний замикаючий контакт в колі котушки пускача *KM2*, пускач *KM3* – після вмикання пускача *KM2* і т. д. Уколах керування електродвигунами преса і змішувача передбачені додаткові блокіровки, що здійснюються кінцевими вимикачами *SQ1*, *SQ2* і *SQ3*. Вимикач *SQ1* вимикає двигун преса при потраплянні до камери пресування металевих предметів. У цьому випадку зрізуються запобіжні штифти, розмикається розмикаючий контакт вимикача *SQ1* і двигун преса вмикається з електромережі. Кінцевий вимикач *SQ2* не допускає вмикання двигуна преса, коли його кожух не закритий. При розкритому кожусі контакт вимикача *SQ2* розімкнений і пуск двигуна преса неможливий. Кінцевий вимикач *SQ3* вимикає двигун змішувача при забиванні його борошном.

Під час пуску двигуна шнека дозатора кнопку *SB14* треба удержувати в замкненому стані не менш як 10 с. Якщо відпустити її раніше, то у випадку спрацювання реле максимального струму *KA* під дією пускового струму пускач *KM6* не ввімкнеться. Одночасно з пускачем *KM6* спрацьовує електромагнітний вентиль *YA* і вода надходить у змішувач.

При заповненні охолодника гранулами спочатку замкнеться контакт датчика нижнього рівня *SL1*, а потім і верхнього рівня *SL2*, одержать живлення котушка пускача *KM7* і сигнальна лампа *HL* “Розвантаження”. Пускач *KM7* спрацює і своїми головними замикаючими контактами увімкне в електричну мережу двигун шнека сортувалки, а допоміжним замикаючим контактом через розмикаючий

контакт реле часу *КТ* подасть напругу на котушку пускача *КМ8*. Пускач *КМ8* спрацює і своїми головними контактами ввімкне мотор-редуктор шлюзового затвора пневмоконвеєра, а допоміжним замикаючим контактом подасть живлення на котушку пускача *КМ9*, який ввімкне двигун вентилятора пневмоконвеєра, що подає гранули в бункер для тимчасового зберігання.

Після закінчення розвантаження гранул з охолоджувальної колонки розімкнуться контакти датчиків верхнього *SL2* і нижнього *SL1* рівнів, позбавляться живлення котушка пускача *КМ7* і сигнальна лампа *НЛ*. Пускач *КМ7* повернеться у вихідне положення і своїми головними контактами вимкне двигун шнека сортувалки, а допоміжним розмикаючим контактом подасть напругу на котушку реле часу *КТ*, на якому встановлена видержка часу 90 с. По закінченні видержки часу реле *КТ* розімкне свій розмикаючий контакт, позбавляться живлення котушки пускачів *КМ8* і *КМ9* вони вимкнуть мотор-редуктор шлюзового затвора і двигун вентилятора пневмоконвеєра. Розвантаження припиниться. Через деякий час, коли рівень гранул в охолоджувальній колонці знову підвищиться, процес вмикання пускачів *КМ7*, *КМ8* і *КМ9* повториться.

При появі несправності в колі будь-якої частини ОГМ-0,8А завантажувальні машини зупиняються, а розвантажувальні продовжують працювати до повного видалення з них продукту. Аварійна зупинка машин супроводжується звуковим сигналом.

Для роботи в режимі “Налагодження” перемикачі *SA1*, ..., *SA3* ставлять у положення 2. При цьому порушуються блокувальні зв’язки між пускачами, що дає можливість виконувати індивідуальне налагодження окремих частин обладнання.

Вмикання всіх кіл керування електроприводами здійснюється встановленням перемикачів *SA1*, ..., *SA3* в положення 0.

3.2.2. Автоматизація брикетування та пресування кормів

Найбільш сучасне обладнання пресування кормів **ОПК-2** продуктивністю 2 т/ч. Воно універсально, тобто дозволяє гранулювати і брикетувати комбікорми і трав’яне борошно, січку трави і кормових сумішей. Розглянемо по рисунку 3.6 технологічну схему процесу пресування кормів за допомогою устаткування ОПК-2.

Гранульований корм горизонтальним шнеком 2 і вертикальним шнеком завантажується в накопичувальний бункер 4, з якого дозатором 3 виводиться в змішувач-живильник 22 преса 20. Одночасно

в корм водяться вода в дозатор 3 з бака 1 чи пара в змішувач 22 з паропроводів 21.

Зволожений корм безупинно вводиться в прес 20 і продавлюється в радіальні отвори кільцевої нерухомої матриці, формуючи гранули. Гранули, що видавлюються, обламуються обертючим обламувачем і транспортуються стрічковим транспортером 19 і норією 18 через камеру попереднього сортування 14 в охолоджувальну колону 15. Гранули проохолоджуються повітрям, засмоктаним вентилятором 11.

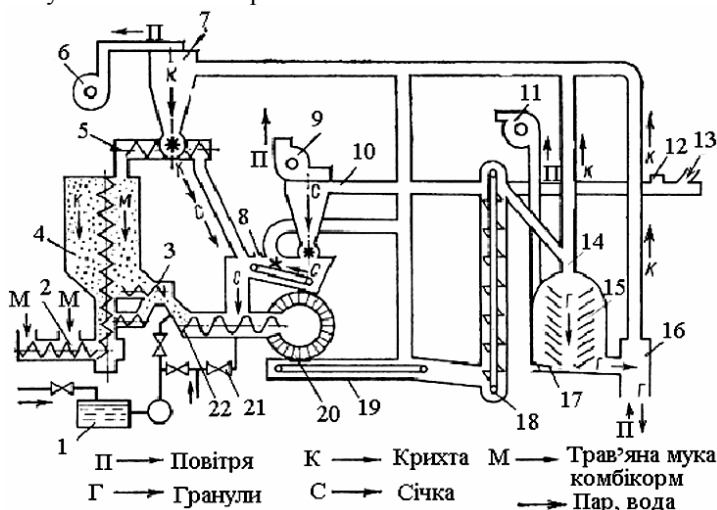


Рис. 3.6. Технологічна схема процесу пресування кормів устаткуванням ОПК-2

В міру нагромадження в охолоджувальній колоні 15 гранули вивантажуються вібровивантажувач 17 через камеру остаточного сортування 16 на затарювання.

Крихта і незгранульований корм у камерах 14 і 16 відокремлюються від гранул повітряним потоком, створюваним вентилятором 6, і через циклон 7 повертаються транспортером 5 у бункер 4.

При брикетуванні корму трав'яна січка із сушильного агрегату засмоктється вентилятором 9 через забірник 13 і накопичується в циклоні 10, а потім через шлюзовий затвор подається транспортером 8 у змішувач-живильник 22. У цьому випадку вода вводиться у вивантажувальну горловину транспортера 5. Подальший шлях

брикетів – через прес і далі аналогічний шлях гранул. Непресований корм і крихта повертаються через циклон 7 на транспортер 8. Через шлюзовий затвор 12 у трав'яний корм можна додавати солом'яну січку.

При брикетуванні кормових сумішей комбікорм у прес подається транспортером 2, трав'яна січка і солом'яна січка – транспортером 8.

Електрична схема керування ОПК-2 передбачає включення і відключення шістнадцяти асинхронних електроприводів механізмів, їхній захист і сигналізацію про нормальні й аварійні режими (рис. 3.7, 3.8, 3.9.). Для полегшення пуску двигуна *M15* преса, потужність якого складає 90 кВт, передбачене його переключення за схемою із “зірки” на “трикутник”. Сумарна потужність інших 15 двигунів не перевищує 50 кВт. Електродвигуни до мережі підключаються автоматами *QF1...QF15*, ланцюга керування захищені автоматами *SF16* і *SF17*.

Пускає і зупиняє електроприводи оператор за допомогою кнопочних постів *SB1.*, *SB20*, для екстреного відключення всього устаткування призначена кнопка *SB*.

Режим роботи вибирають за допомогою перемикача *SA2*: у положення 1 – “Суміші” працюють всі електродвигуни і брикетують кормові суміші, у положенні 2 – “Січка” брикетують трав'яну січку, у положенні 3 – “Борошно” гранулюють трав'яне борошно чи комбікорм. Цим же перемикачем переводять схему в режим налагодження.

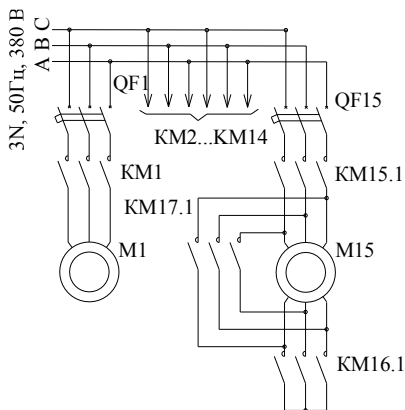


Рис. 3.7. Принципова електрична схема керування ОПК-2 (силове коло)

Перемикачем *SA1* (рис. 3.9) установлюють вид зволоження при пресуванні корму: положення 1 – “Вода”, 2 – “Пара”. Тумблером *S* і реле *KV2* включають і відключають вторинні ланцюги. Перемикачами *SA4* і *SA6* встановлюють ручний чи автоматичний режими роботи відповідно вібровивантажувача 17 спресованого корму і вентиля *YA3*, що подає воду на зволоження корму до 17%.

Рівень вхідної сировини в бункері 4 і готовий корм в охолоджувачі 15 контролюється безконтактними датчиками *SL3...SL6* (кінцеві вимикачі типу ББК-24), рівень води в баці для зволоження – електродними датчиками верхнього *SL1* і нижнього *SL2* рівні. Пуск і зупинку ОПК-2 здійснює оператор у заданій послідовності. Перед пуском включають всі автомати, набирають перемикачами *SA* заданий режим роботи окремих вузлів, а потім кнопковими постами по черзі включають агрегати. Наприклад, при гранулюванні корму ставлять: *SA3* – у положення 3 – “Борошно”, *SA1* – у положення 1 – “Вода”, *SA4* і *SA6* – у положення 4 *SA5* – у положення В, що відповідає транспортуванню крихти транспортером 5 у бункер 4. Включають тумблером *S* реле *KV2*, що живить інші ланцюги керування і сигналізації. При цьому відкривається електромагнітний ventиль води *YA3*. Потім кнопками *SB4*, *SB2*, *SB14*, *SB20*, *SB16*, *SB8* і *SB10* послідовно включають відповідно вертикальний шнек бункера 4, шнек завантаження 2, норію 18 і транспортер брикетів 19, прес 20, дозатор 3, транспортер 8 крихти і вентилятор 6 сортувалки, вентилятор 11 охолоджувача. Електродвигун *M15* преса за допомогою реле витримки часу *KT* спочатку магнітним пускачем *KM 16* включається за схемою “зірка”, а потім магнітним пускачем *KM 17* переключається на схему “трикутник”. Блоками-контактами *KM 17:3* включається магнітний пускач *KM14* електропривода обламувача гранул.

Після пуску за допомогою заслінки дозатора 3 і ventилів води вручну встановлюють по амперметрі *A* номінальне завантаження преса 20.

Якщо з якихось причин рівень сировини в бункері 4 перевищує задане значення, то спрацьовує датчик рівня *SL6* і виключає реле *KV11*, що відключає шнек завантаження 2. При зниженні рівня цей же датчик видає імпульс на повторне включення шнека 2.



Рис. 3.8. Принципова електрична схема керування ОПК-2 (датчики рівня)

При заповненні гранулами охолоджувача спрацьовують датчики рівня гранул спочатку *SL4*, а потім *SL3*. Останній через реле *KV8* і *KV5* вмикає привод вібратора вивантажувача 17. Розвантаження гранул вібратором продовжується до зниження рівня гранул при якому датчик *SL4* через реле *KV9* відключає вібратор.

Рівень води в баці підтримується за допомогою електродних датчиків *SL1* і *SL2*, реле *KV7* і електромагнітного вентиля *YA3*.

Відключають обладнання після закриття вручну заслінки дозатора 3 і вентиля зволоження. Кнопками *SB9*, *SB7*, *SB15*, *SB1*, *SB3*, *SB19*, *SB13* відключають відповідно вентилятор охолоджувача, транспортер крихти і вентилятор сортувалки, дозатор, шнек завантаження, шнек бункера, прес, норію, дотримуючись вище вказаної послідовності.

При брикетуванні трав'яної січки чи кормосуміші згаданими вище перемикачами набирають відповідний режим і кнопками керування вмикають агрегати в наступному порядку: шнек бункера 4, шнек завантаження 2, норія 18, прес 20, транспортер січки 8, затвор і вентилятор 9 січки, затвор соломи 12, транспортер крихти, вентилятор 6 сортувалки і вентилятор 11 охолоджувача. Електродвигун *M15* з'єднаний із пресом через запобіжну муфту зі штифтами, що при появі твердих предметів у пресі зрізуються. При цьому спрацьовує кінцевий вимикач *SQ2* і відключає електропривод преса. Якщо змішувач-живильник 22 забивається січкою, то від тиску січки спрацьовує кінцевий вимикач *SQ1* і відключає транспортер січки 8.

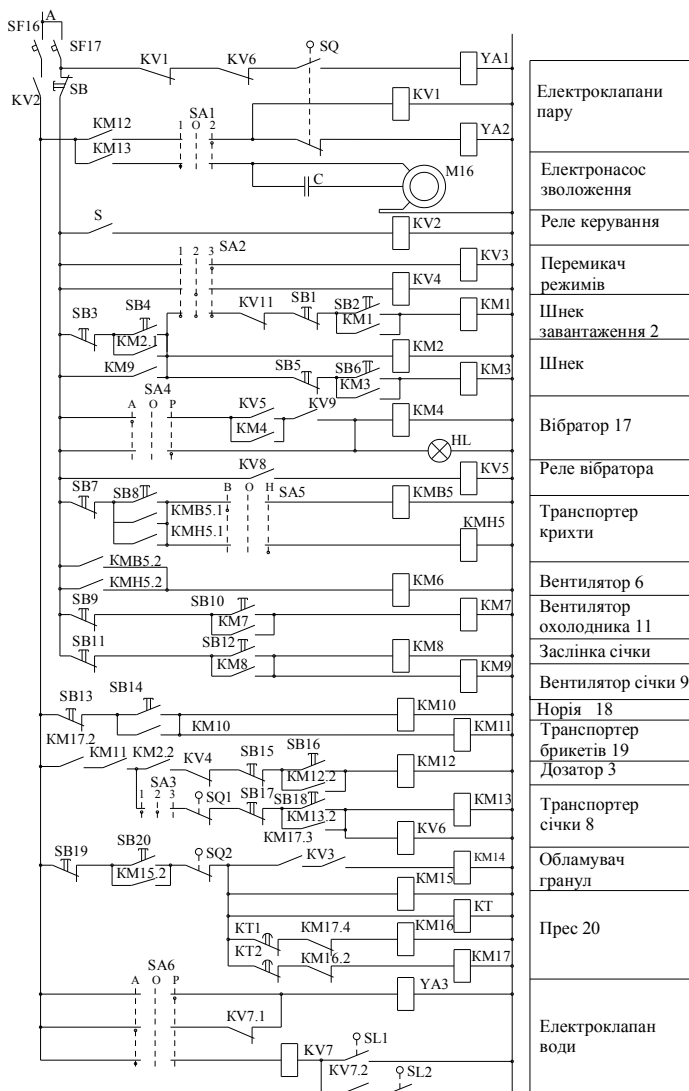


Рис. 3.9. Принципова електрична схема керування ОПК-2 (коло керування)

Питання для самоконтролю

1. Необхідність гранулювання і брикетування кормів.
2. Що дає використання кормів у пресованому виді?
3. Які бувають за принципом дії брикетний прес або гранулятор в комплекті обладнання для гранулювання і брикетування?
4. Яке обладнання використовується для гранулювання та брикетування кормів?
5. З якого основного обладнання складається ОГМ – 0,8А?
6. З якого основного обладнання складається ОПК-2А?

ТЕСТИ

1. Основними операціями пресування кормів є:

- А. Змішування компонентів із зволоженням; формування гранул чи брикетів; сушка готового продукту.
- В. Змішування компонентів із зволоженням; пресування кормів.
- С. Змішування кормів; гранулювання кормів; вивантаження готового продукту.

2. Для чого призначене обладнання ОГМ-0,8А?

- А. Для приготування брикетів із трав'яного борошна.
- В. Для приготування гранул із трав'яного борошна.
- С. Для приготування трав'яного борошна.

3. Для чого використовується кінцевий вимикач SQ5 принципової електричної схеми ОГМ – 0,8А?

- А. Подає команду на відключення електропривода преса, при відкритих кожухах преса.
- В. Подає команду на відключення електропривода преса, при його переповненні.
- С. Подає команду на відключення електропривода преса, при його заклинюванні та зрізанні шпонки.

4. Для чого призначенні пристрої SQ3-SQ4 принципової електричної схеми ОГМ – 0,8А?

- А. Не допускають вмикання двигуна М9 коли не закритий кожух преса.
- В. Керують приводом М10 насоса по рівню води в проміжному резервуарі.

С. Контролюють рівень гранул в охолоджувальній колонці та керують процесом її розвантаження.

5. Яке призначення реле часу КТ принципової електричної схеми ОГМ –0,8А?

А. Для ввімкнення двигуна шнека сортувалки М5 при заповненні охолоджувальної колонки.

В. З затримкою вимикають шлюзовий затвор і двигун вентилятора пневмоконвеєра, що потрібна для вивантаження залишків гранул з циклона.

С. Забезпечує необхідну послідовність ввімкнення електродвигунів обладнання гранулювання.

6. Для чого використовується безконтактні датчики рівня в бункері ОПК-2А?

А. Для керування електродвигуна вібратора при заповненні готовим кормом охолоджувача.

В. Для підтримання рівня – рівень води.

С. Для підтримання рівня вхідної сировини.

7. Для чого використовується безконтактні датчики рівня в охолоджувачі ОПК-2А?

А. Для керування електродвигуна вібратора при заповненні готовим кормом охолоджувача.

В. Для підтримання рівня вхідної сировини.

С. Для керування електродвигуна преса при заповненні готовим кормом охолоджувача.

8. Для чого використовується реле часу в ОПК-2А?

А. З затримкою вимикають шлюзовий затвор і двигун вентилятора пневмоконвеєра.

В. Для включення електродвигуна преса з “зірки” на “трикутник”.

С. Для підтримання рівня вхідної сировини

3.3. АВТОМАТИЗАЦІЯ КОРМОПРИГОТУВАННЯ ТА ЗМІШУВАННЯ КОРМІВ

3.3.1. Автоматизація поточкових ліній приготування кормів

Підготовка кормів до згодовування здебільшого здійснюється за допомогою автоматизованих поточкових ліній, комплектів обладнання і агрегатів.

Потокова лінія приготування коренеплодів (рис. 3.10) складається із змішувача кормів 1, завантажувального шнека 2, подрібнювача коренеплодів 3 та живильника коренеплодів 4.

У принципіальній електричній схемі керування потоковою лінією приготування коренеплодів (рис. 3.10) передбачено місцеве та автоматичне керування.

Для місцевого керування універсальні перемикачі *SA1* і *SA2* ставлять в положення *М*. При цьому створюються звичайні кола автоматичного керування електроприводами за допомогою електромагнітних пускачів *KM1*, ... , *KM6* та кнопок *SB1*, ... , *SB16*.

Для здійснення автоматичного керування, при якому початкові керуючі імпульси (команди) створюються реле часу, перемикачі *SA1* і *SA2* ставлять у положення *А*. Пуск потокової лінії можливий лише з її кінця. Першим пускається електродвигун *M1* привода змішувача кормів. Для його пуску треба натиснути на кнопку “Пуск” *SB3*. При цьому на котушку електромагнітного пускача *KM1* буде подана напруга, він спрацює і замкне свої головні та допоміжні (блокувальний) замикаючі контакти. Головні контакти ввімкнуть двигун *M1* в електромережу, два допоміжні контакти зашунтують кнопки “Пуск” *SB3* і *SB4*, а третій допоміжний контакт підготує до роботи коло котушки електромагнітного пускача *KM2*, призначеного для керування електродвигуном *M2* привода завантажувального шнека.

Для пуску двигуна *M2* треба натиснути на кнопку “Пуск” *SB7*. При цьому буде подана напруга на котушку пускача *KM2*, він спрацює і своїми головними контактами ввімкне двигун *M2* в електромережу, а допоміжними контактами зашунтує кнопки *SB7* та *SB8* і замкне коло живлення котушки реле часу *KT1*. Далі керування електроприводом потокової лінії здійснюватиметься без участі оператора. Одержавши живлення, реле часу *KT1* з витримкою часу, на 20...30 % більшою від часу, потрібного для розгону привода завантажувального шнека, замкне свій замикаючий контакт і подасть напругу на котушку електромагнітного пускача *KM3*, призначеного для керування

електродвигуном *M3* привода подрібнювального апарата подрібнювача коренеплідів. Пускач *KM3* спрацює, своїми головними замикаючими контактами ввімкне в електромережу двигун *M3*, а допоміжними зашунтує кнопку “Пуск” *SB10* і подасть напругу на котушку реле часу *KT2*.

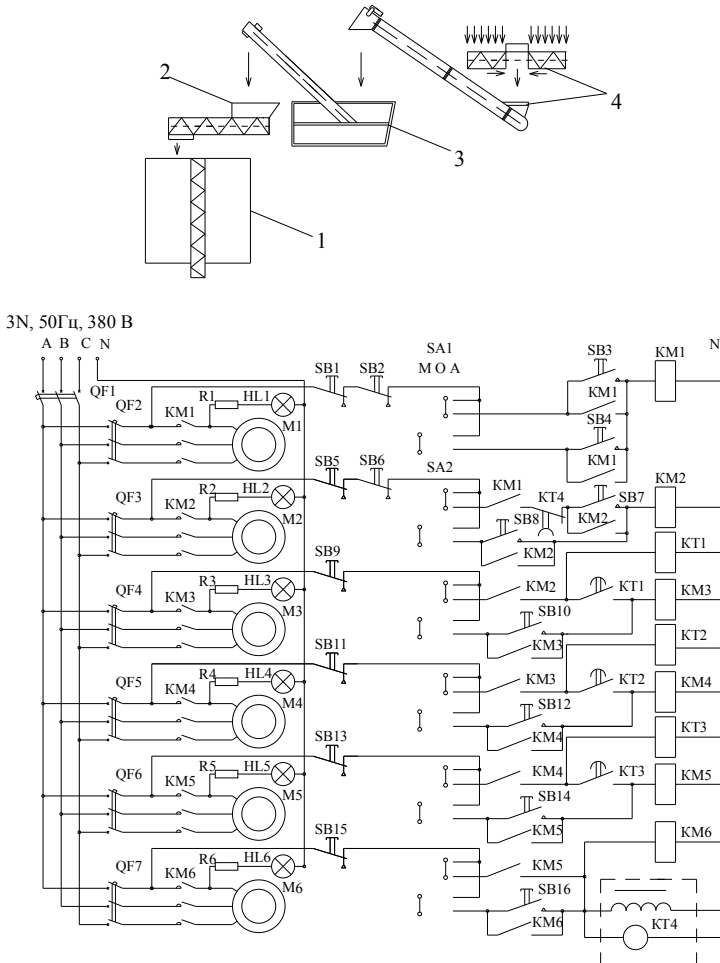


Рис. 3.10. Технологічна та принципова електрична схема потокової лінії приготування коренеплідів

Реле *KT2* з витримкою часу замкне свій замикаючий контакт у колі котушки електромагнітного пускача *KM4*, призначеного для керування електродвигуном привода шнека подрібнювача коренеплодів. Пускач *KM4* спрацює, ввімкне двигун *M4*, зашунтує кнопку “Пуск” *SB12* і подасть напругу на котушку реле часу *KT3*.

Реле *KT3* з витримкою часу замкне свій замикаючий контакт у колі котушки електромагнітного пускача *KM5*, призначеного для керування електродвигуном *M5* привода похилого конвеєра живильника коренеплодів. При спрацюванні пускача *KM5* вмикається двигун *M5*, шунтується кнопка “Пуск” *SB14* і подається живлення на котушку електромагнітного пускача *KM6*, призначеного для керування електродвигуном *M6* привода горизонтального конвеєра живильника коренеплодів. Після спрацювання пускача *KM6* вмикається двигун *M6*, шунтується кнопка “Пуск” *SB16* і подається живлення на реле часу *KT4*. Технологічна лінія почне працювати.

Реле часу *KT4* типу BC-10-35 з діапазоном витримок часу від 3 до 90 хв. забезпечує дозоване вивантаження коренеплодів. Воно з заздалегідь заданою видержкою часу, яка відповідає подачі потрібної дози коренеплодів, розмикає свій розмикаючий контакт у колі котушки пускача *KM2*, внаслідок чого зупиняються двигуни *M2*, ..., *M6* і подача коренеплодів у змішувач припиняється.

Реле часу *KT1*, *KT2* і *KT4* типу РВП-1М забезпечують діапазон витримок часу від 0,4 до 180 с.

Термінова зупинка двигунів здійснюється за допомогою кнопок “Стоп”.

Вмикання і вимикання двигунів сигналізується за допомогою сигнальних ламп *HL1*, ... , *HL6*.

Захист електромережі та електродвигунів від струмів короткого замикання та перевантаження здійснюється автоматичними вимикачами.

Потокова лінія приготування концентрованих кормів (рис. 3.11.) складається з дробарки *Д*, елеватора *Е*, горизонтального конвеєра *Т* та двох бункерів *Б1* і *Б2* з заслінками, керування якими здійснюється за допомогою електромагнітів *ЕЗБ1* і *ЕЗБ2*.

Пускають потоку лінію (рис. 3.11.) в такій послідовності. Спочатку вмикають автоматичні вимикачі *QF1*, *QF2* і *QF3*. Потім залежно від того, з якого бункера (першого *Б1* чи другого *Б2*) треба використовувати корм, натискають на кнопку “Пуск” *SB2* або *SB3*. Якщо використовується корм, засипаний в бункер *Б1*, натискають на кнопку *SB2*. При цьому подається напруга на котушку проміжного

реле *KV1* Реле *KV1* спрацьовує і своїми замикаючими контактами вмикає в електромережу котушку електромагнітного пускача *KM1*, шунтує кнопку *SB2* і підготовляє до роботи коло котушки електромагніту *YA1*, а замикаючим контактом запобігає вмиканню реле часу *KT1*. Пускач *KM1* спрацьовує і своїми головними контактами вмикає електродвигун *M1* привода дробарки *D*, а допоміжним контактом через розмикаючий контакт реле часу *KT1* подає напругу на реле часу *KT2*. Реле *KT2* спрацьовує і послідовно, з певними відержками часу подає напругу на котушки електромагнітних пускачів *KM2* і *KM3*, які вмикають електродвигуни *M2* і *M3* приводів елеватора і конвеєра. Одночасно з вмиканням двигуна *M3* одержує живлення електромагніт *YA1*, який відкриває заслінку бункера *B1*. Поточкова лінія завантажується і продовжує працювати. При використанні корму, засипаного в бункер *B1* для пуску поточної лінії натискають на кнопку *SB3*. Вмикання електродвигунів лінії здійснюється аналогічно.

Щоб зупинити поточкову лінію, треба натиснути па кнопку *SB1* При цьому розімкнеться розмикаючий і замкнеться замикаючий контакти цієї кнопки. Розмиканням розмикаючого контакту позбавиться живлення котушка проміжного реле *KV1* або *KV2* воно повернеться у вихідне положення і розімкне свої замикаючі і замкне розмикаючі контакти. Розмиканням замикаючих контактів реле *KV1* або *KV2* підготується до вмикання котушка електромагнітного пускача *KM1* і вимкнеться електромагніт *YA1* або *YA2* заслінки бункера *B1* чи *B2*. Внаслідок вимикання електромагніту заслінка закриється і подача корму на поточкову лінію припиниться. При замиканні замикаючого контакту кнопки *SB1* через замкнений допоміжний замикаючий контакт пускача *KM1*, розмикаючий із сповільнювачем, що діє при спрацюванні, контакт реле часу *KT1* та розмикаючі контакти реле *KV1* і *KV2* одержить живлення котушка реле часу *KT1*.

Воно спрацює і без відержки часу розімкне свій розмикаючий контакт у колі живлення реле часу *KT2* і з відержкою часу – в колі котушки пускача *KM1*. При цьому спочатку без відержки часу вимкнуться двигуни *M2* елеватора і *M3* конвеєра, а потім через деякий час, достатній для звільнення машини від продукту, – двигун *M1* дробарки. Робота лінії контролюється за допомогою сигнальних ламп.

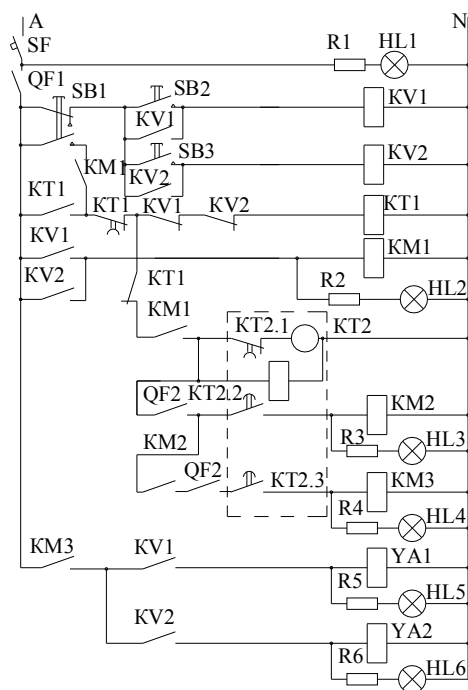
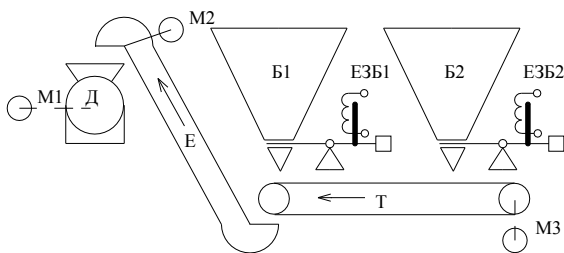


Рис. 3.11. Технологічна та принципова електрична схема потокової лінії приготування концентрованих кормів

Від струмів короткого замикання і перевантажень силові кола двигунів захищаються автоматичними вимикачами $QF1$, $QF2$ і $QF3$, а коло керування – вимикачем SF .

3.3.2. Автоматизація дозування кормів

Дозування окремих видів кормів чи компонентів суміші є важливим чинником підвищення якості кормів і їхньої раціональної витрати.

Дозатори класифікуються по призначенню: для комбікормів і концкормів; коренеплодів; грубих і соковитих стебельчастих кормів; по технологічному принципу: живильники кормів; бункери-дозатори; за принципом дії: об'ємні, вагові, потокові.

Основні різновиди, дозаторів, показані на рисунку 3.12. Робочим органом дозаторів може бути шнек, стрічковий або скребковий конвеєр із бітером, дозуючий барабан, тарілки зі шкребками.

Дозатори сипких та концкормів (рис.3.12, а, в) призначені для дозованої видачі даних кормів у технологічних лініях кормоцехів. Вони являють собою бункер чи циклон у який через прийомну горловину надходить корм. Їх завантаження контролюється датчиками рівня. У нижній частині бункера у випускному люку встановлюють заслінки. Витрата матеріалу виставляється, як правило, вручну зміною положення заслінки. Дозоване вивантаження кормів із бункера, циклона може здійснюватися за допомогою шлюзового затвора (рис.3.12, в).

Бункери-дозатори коренеплодів (рис.3.12, б) призначені для поточкового дозування здрібнених коренеплодів перед їх видачею на збірний транспортер лінії збору і змішування. Складається з бункера з верхнім завантаженням корму і дозуючого пристрою. Останній представляє собою нерухому тарілку, на яку самопливом надходять здрібнені коренеплоди.

Над тарілкою на спеціальних водилах обертаються криво-лінійні скребки, що захоплюють порції продукту і скидають їх у кільцеву щілину між тарілкою і кожухом. Криволінійні скребки одним кінцем закріплені і мають регульовальні гвинти, що дозволяють зрушувати скребки до центра чи тарілки розсовувати їх до периферії. У залежності від цього змінюються порції, захоплювані скребками, а отже і продуктивність дозатора. Регулювання здійснюється вручну. Керують дозатором дистанційно, в автоматичному режимі його пуск і зупинка заблоковані з іншими машинами потокової лінії.

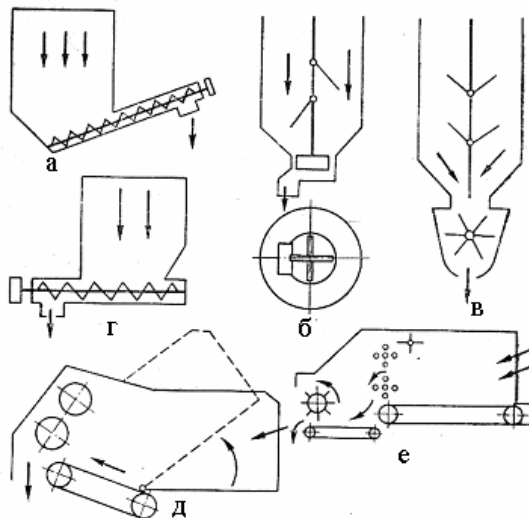


Рис. 3.12. Технологічні схеми дозаторів кормів:

*а – сипучих БСК; б – коренеплодів КОРК-15-03.1; в – конькормів ДК-10;
г – зелених кормів чи здрібнених коренеплодів ДС-15; д – подрібнених
стебельчастих кормів ПДК-Ф-12, ПЗМ-1,5, ПДК-Ф-40, ПДК-Ф-3 (ПС-Ф-3);
е – подрібнених стебельчастих кормів БДК-Ф-70-20*

Для прийому із саморозвантажних транспортних засобів, нагромадження і дозованої видачі здрібнених стебельчастих кормів у поточних лініях годівлі, у комплектах кормоцехів, у лініях брикетування і гранулювання кормів застосовують живильники-дозатори, показані на рисунку 3.12, д,е. Живильник-дозатор складається з транспортерів, подрібнюючих барабанів, бітерів. Точність дозування живильників-дозаторів забезпечується підтримкою сталої частоти обертання приводних електроприводів.

Приклад функціонально-технологічної схеми дозатора сипких кормів зображено на рисунку 3.13. Згідно з функціонально-технологічною схемою корм з бункера *I* самопливом потрапляє на дозуючий пристрій *II*. При автоматичному керуванні управління виконавчим механізмом дозуючого пристрою *II* виконується регулятором маси *МС* по масі продукту на транспортері *III*. Маса продукту контролюється датчиком *МЕ*. Апарати *H* передбачають

ручне керування виконавчими механізмами дозуючого пристрою та транспортера.

Змішування компонентів є завершальною технологічною операцією готування кормів. Змішувальні пристрої повинні забезпечувати розподіл компонентів, що змішуються, так, щоб показник нерівномірності змішування був у межах зоотехнічних норм.

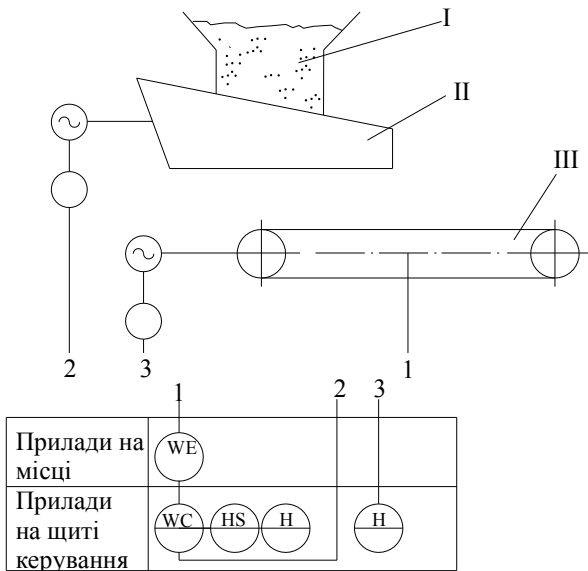


Рис. 3.13. Функціонально-технологічна схема дозатора сипких матеріалів:
I – бункер; II – дозатор; III – стрічковий транспортер

За принципом дії змішувачі поділяються на два типи – порціонні і безупинні. У подрібнювачах-змішувачах сполучаються операції змішування і подрібнювання компонентів. Порціонні змішувачі використовують для готування сухих, вологих і рідких кормових сумішей.

Робочі органи порціонних змішувачів встановлені в котлах великої ємності, завдяки чому в них роблять запарювання або стерилізацію суміші чи її окремих компонентів.

У більшості випадків змішувачі кормів входять до складу поточкових ліній приготування кормосумішей. При цьому схеми їх автоматизації розробляють з дотриманням вимог до схем керування

потокowymi лініями. У випадку автономної роботи змішувача схемами керування передбачають нереверсивне або реверсивне керування двигунами, необхідні механічні та електричні блокування й захист від коротких замикань і перевантажень.

3.3.3. Автоматизація установок для змішування кормів

Використанням дозаторів та змішувачів різних типів розглянемо на прикладі агрегата приготування кормів *АПК-10А* та запарника-змішувача *СКО-Ф*.

Агрегат АПК-10А (рис. 3.14) використовують для одночасного подрібнення і змішування грубих кормів (сіна, соломи, тощо), силосу, сінажу, коренебульбоплодів, концентрованих кормів і розчинів різних добавок з метою приготування повнораціонних кормових сумішей у кормоцехах ферм ВРХ і свиноферм.

На агрегаті можна також мити коренебульбоплоди без їх подрібнення.

На рамі агрегату встановлена шнекова мийка і подрібнювач-змішувач. Шнекова мийка складається з приймального бункера, шнека, з кожухом, зрошувальної системи і привода. Подача шнека регулюється ступінчасто (у 12 ступенів) заміною вінців зірочок на його приводі.

На барабані подрібнювача-змішувача розміщені ножі для подрібнення стеблистих кормів, молотки для подрібнення коренебульбоплодів і кидалка. У корпусі подрібнювача вмонтовані дві деки, на яких закріплюють або протиризальні чавунні колодки, або по 12 протиризальних ножів. Ступінь подрібнення грубих кормів регулюють зміною кількості встановлених на барабані ножів, а також зміною зазору між кінцями ножів і рухомою декою. Грубі і соковиті корми (солома, сінаж, силос) через бункери-дозатори подаються на приймальний транспортер агрегату, який направляє їх у зону ножів подрібнювача. Попередньо подрібнені ножами корми направляються в зону роботи молотків, якими додатково розчіплюються вздовж волокон і змішуються з коренебульбоплодами.

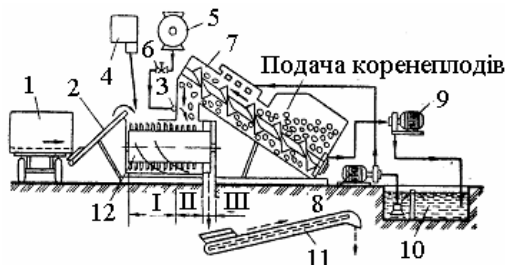


Рис. 3.14. Технологічна схема агрегату АПК-10А:

1 – кормороздавач-живильник кормів КТУ-10А; 2 – приймальний транспортер; 3 – розпилювач розчинів мікродобавок; 4 – дозатор концентрованих кормів; 5 – змішувач мікродобавок; 6 – тарувальний кран; 7 – шнекова мийка-дозатор; 8 – насос К20/30У2; 9 – насос СД50/106; 10 – відстійник; 11 – транспортер готової суміші; 12 – подрібнювач змішувач; I – зона ножів; II – зона молотків; III – зона кидалки

Коренебульбоплоди порціями біля 500 кг завантажуються у приймальний бункер мийки-дозатора і шнеком подається у зону молотків подрібнювача-змішувача. Проходячи через кожух шнека, коренеплоди відмиваються струменями води.

Концентровані корми в подрібнювач-змішувач подаються з дозатора кормоцеку через приймальну воронку.

Апарати керування і захисту електродвигунів агрегату змонтовані в ящику керування. Живлення (рис. 3.15) на кола керування – через вимикач QF4. Перемикачем SA1 встановлюється один з режимів роботи агрегату: “Автоматичний”, “Ручний”, або “Миття”.

Для готування кормосумішей в автоматичному режимі перемикач SA1 встановлюють у положення “Авт.”. При цьому спрацьовує реле KV2. Після натискання кнопки SB12, що замикає ланцюг котушки реле пуску KV3, відбувається послідовний запуск електродвигунів дробарки магнітним пускачем KM5, вивантажувального транспортера KM1, шнека KM4, насоса подачі KM2 і насоса відкачки води KM3. Електродвигун вивантажувального транспортера запускається з запізнюванням, необхідним для розгону дробарки. Витримка часу створюється реле часу КТ.

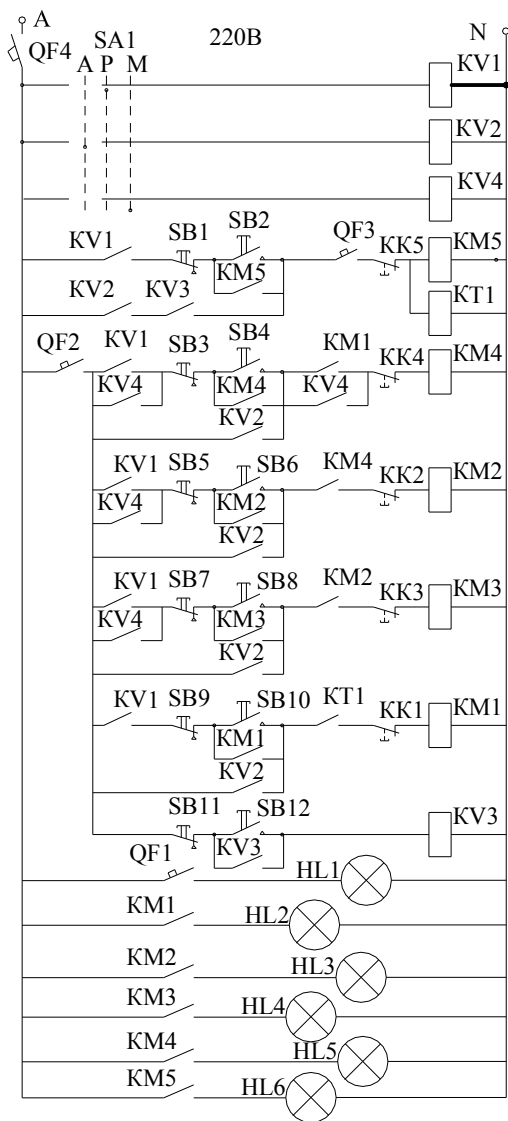


Рис. 3.15. Принципова електрична схема агрегату приготування кормів АПК-10А

У ручному режимі роботи агрегату для готування кормосумішей перемикач *SА1* ставлять у положення “*Ручн.*” Вмикання і зупинка механізмів агрегату здійснюється кнопками *SB1—SB10* з дотриманням необхідної послідовності пуску електроприводів відповідно до технологічної схеми.

Для забезпечення режиму мийки коренеплодів перемикач *SА1* ставлять у положення “*Миття*”. Пуск механізмів агрегату здійснюється кнопками в наступній послідовності: привод шнекової мийки *КМ4*, привод насоса подачі води *КМ2*, привод насоса відкачки води *КМ3*. Зупинка механізмів здійснюється натисканням кнопок “*Стоп*” у зворотній послідовності.

Уніфіковані оновальні змішувачі СКО-Ф-3 і СКО-Ф-6 призначені для змішування кормів вологістю 60-80% із запарюванням і без запарювання на свинофермах і комплексах.

Комплект *СКО-Ф-3* складається зі змішувача, завантажувального транспортера *ТС-40, ОМ-О4*, вивантажувального транспортера *ТС-40, ОМ-О1*, сходів і шафи керування.

СКФ-Ф-6 виготовляється у двох виконаннях: *СКО-Ф-6-І* для використання у комплекті обладнання кормоцеху; *СКО-Ф-6-ІІ* для застосування як самостійна машина. В останньому випадку змішувач комплектується завантажувальним і вивантажувальним транспортерами типу *ТС-40, ОМ-О1*, драбиною, шафою керування і перехідником.

Змішувач типу *СКО-Ф* складається з корпусу, оновальної мішалки, завантажувального люка, вивантажувального шнека, вивантажувальної горловини із заслінкою, зрошувачів, системи паророзподілу, оглядового люка, кришки корпусу і електроприводів. Зовнішній вигляд змішувача зображений на рисунку 3.16, а на рисунку 3.17 – кінематична та функціональна схеми.

Технологія приготування без запарювання така. Вмикають привод мішалки і завантажують резервуар змішувача компонентами корму. При необхідності суміш зволожують. Рідкими кормовими дріжджами, розчином патоки та іншими добавками корми збагачують після заповнення резервуара основним продуктом. Через 10–18 хв готову суміш вивантажують.

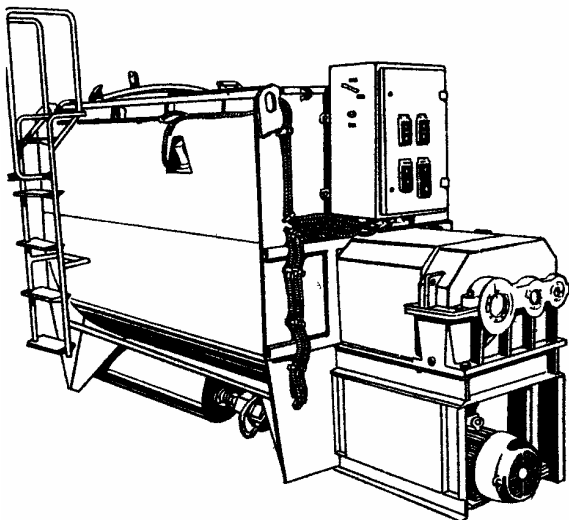


Рис. 3.16. Зовнішній вигляд змішувача СКО-Ф

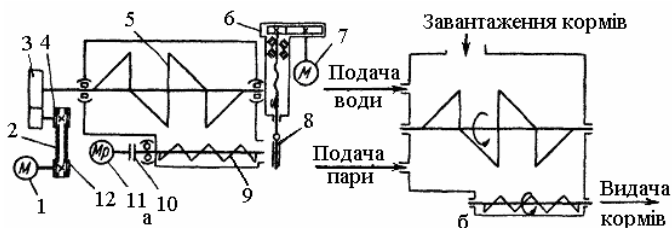


Рис. 3.17. Змішувач кормів СКО-Ф:

а – кінематична схема; б – функціональна схема;

1 – електродвигун мішалки; 2 – пасова передача; 3 – редуктор;

4 – шків; 5 – мішалка; 6 – привод засувки; 7 – електродвигун

приводу засувки; 8 – засувка; 9 – шнек вивантажувальний;

10 – муфта; 11 – мотор-редуктор приводу шнека

вивантажувального; 12 – шків

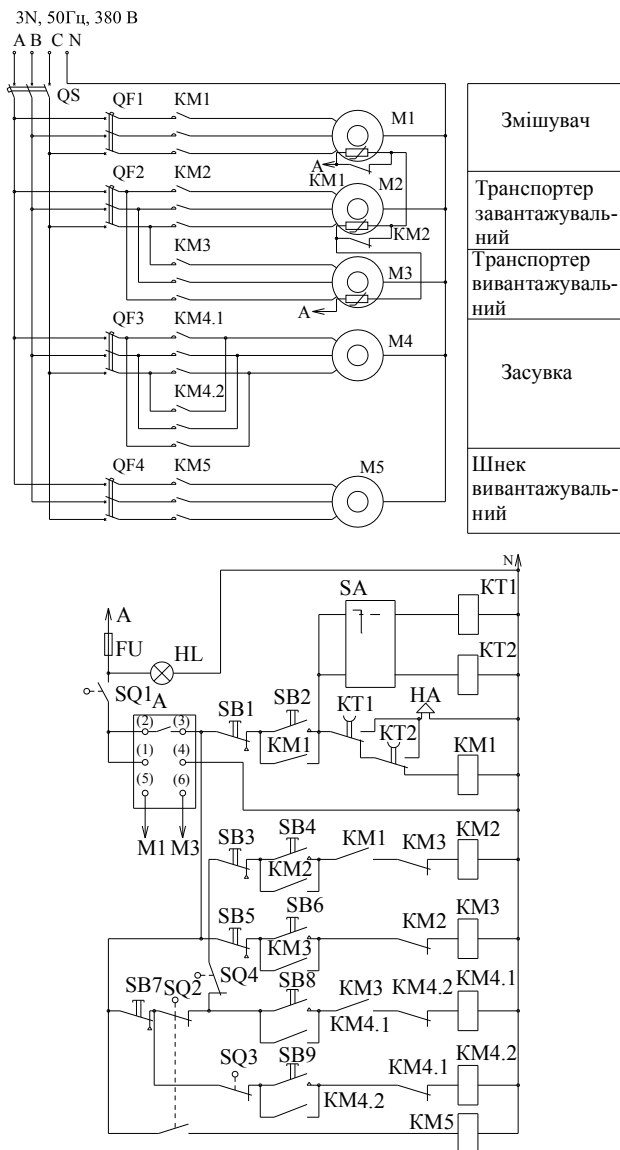


Рис. 3.18. Принципова електрична схема змішувача кормів СКО-Ф

При приготуванні кормів із запарюванням у змішувач заливають розрахункову кількість води. Потім подають пару, якою нагрівають воду до 90 °С. Вмикають електродвигун мішалки і завантажують корми, призначені для запарювання. Після цього перекривають подачу пари, а корми витримують гарячими 1–3 години. Готову суміш вивантажують у транспортні засоби.

Схема керування працює так. При ввімкнених автоматичних вимикачах *QF1-QF4* вмикають пакетний вимикач *QS* після чого загоряється сигнальна лампа *HL*. Якщо кришка оглядового люка закрита (замкнений *SQ1*) замикається вихідний контакт пристрою температурного захисту *BK*. Для запуску двигуна мішалки *M1* натискають на кнопку *SB2*. Після спрацювання пускача *KM1* кнопкою *SB4* запускають двигун завантажувального конвеєра *M2*. При досягненні заданого рівня корму в корпусі змішувача розмикається контакт кінцевого вимикача *SQ4* і завантажувальний конвеєр зупиняється. Після закінчення визначеного часу змішування двигун мішалки зупиняється натисканням кнопки *SB1*. Для автоматичного вимикання двигуна *M1* мішалки після закінчення заданої витримки часу передбачені реле часу *KT1* і *KT2* з регульованими витримками 1–10 год. і 0,1–1 год. відповідно, що вмикаються перемикачем *SA2*.

Для вивантаження кормосуміші із змішувача кнопкою *SB6* вмикають двигун вивантажувального конвеєра *M3*, при цьому замикається контакт *KM3* у колі котушки *KM4.1*. Кнопкою *SB8* вмикають двигун *M4*, який відкриває засувку змішувача. Коли засувка відкривається повністю, кінцевий вимикач *SQ2* перемикає контакти, внаслідок чого вмикається двигун привода засувки *M4* і вмикається двигун вивантажувального шнека *M5*. Після вивантаження корму кнопкою *SB5* вмикають двигун вивантажувального транспортера, а кнопкою *SB9* вмикають двигун привода засувки *M4* на обертання у бік її закривання. При цьому автоматично вмикається вивантажувальний шнек, а після закривання засувки контактом *SQ3* вмикається двигун її привода. Силові кола від коротких замикань захищаються автоматичними вимикачами *QF1-QF4*, кола керування – запобіжниками *FU1-FU2*. Від перегрівання двигуни конвеєрів і мішалки захищені пристроєм вмонтованого температурного захисту *BK*. Для вмикання переносного світильника передбачено розетку *XS*, що живиться від знижувального трансформатора *TV*.

Питання для самоконтролю

1. Для чого призначена потокова лінія приготування коренеплодів?
2. З якого основного обладнання складається потокова лінія приготування коренеплодів?
3. Для чого призначена потокова лінія приготування концентрованих кормів?
4. З якого основного обладнання складається потокова лінія приготування концентрованих кормів?
5. Призначення та класифікація дозаторів.
6. Принцип дії та автоматизації дозаторів сипких та концентрованих кормів.
7. Принцип дії та автоматизації дозаторів подрібнених коренеплодів.
8. Принцип дії та автоматизації живильників-дозаторів подрібнених стеблових кормів.
9. Технологія дозування та приготування кормів при використанні агрегату АПК-10А, принципи його автоматизації.
10. Технологія приготування кормосумішей при використанні змішувачів СКО-Ф та принципи їх автоматизації.

ТЕСТИ

- 1. В яких режимах працює лінія приготування коренеплодів?**
 - А. Передбачено місцеве керування
 - В. Передбачено місцеве та автоматичне керування
 - С. Передбачено автоматичне керування
- 2. Які засоби автоматизації використовуються в лінії приготування коренеплодів?**
 - А. Чотири реле часу
 - В. Два реле часу
 - С. Реле часу і електромагнітні заслінки.

3. Використовуючи принципову електричну схему керування лінії приготування коренеплодів, вкажіть, яким пристроєм встановлюються режими керування?

А. Кнопками керування SB1, SB3

В. Універсальними перемикачами SA1 і SA2

С. Універсальними перемикачами SA1 і SA2 та кнопками керування SB1, SB3

4. Використовуючи принципову електричну схему керування лінії приготування коренеплодів, вкажіть, якою кнопкою вмикається двигун завантажувального шнека при автоматичному керуванні?

А. Універсальним перемикачем SA2

В. Реле часу KT4

С. Кнопкою керування SB7

5. Які засоби автоматизації використовуються в лінії приготування концентрованих кормів?

А. Реле часу

В. Реле часу та електромагніти заслінок

С. Електромагніти заслінок.

6. Використовуючи принципову електричну схему керування лінії приготування концентрованих кормів, вкажіть, для чого використовується реле часу KT1?

А. Реле часу KT1 видержкою часу розімкне свій розмикаючий контакт в колі котушки пускача KM1двигуна дробарки M1для закінчення подрібнювання після подачі зерна.

В. Реле KT1 видержкою часу подає напругу на котушку електромагнітних пускачів KM3, який вмикає електродвигун M3 привода конвеєра

С. Реле часу KT1 видержкою часу розімкне свій розмикаючий контакт в колі котушки пускача KM2двигуна дробарки M2.

7. Використовуючи принципову електричну схему керування лінії приготування концентрованих кормів, вкажіть, для чого використовується електромагніт YA?

А. Електромагніт YA, відкриває подачу води

В. Електромагніт YA, відкриває і закриває заслінку бункера

С. Електромагніт YA, відкриває заслінку бункера

8. Чим забезпечується керування регулювання подачі кормів в тарувальні ємності (бункери)?

- А. Відповідною послідовністю включення електродвигунів.
- В. Реле часу.
- С. Датчиками рівня

9. Чим забезпечується регулювання подачі кормів при використанні дозаторів безперервної дії (транспортерами)?

- А. Підтриманням сталої частоти обертання їх електродвигунів та встановленням регульованих заслінок на подачі.
- В. Періодичним ввімкненням електродвигунів транспортерів
- С. Порційною подачею кормів на транспортери.

10. Яку функцію в схемі керування агрегату АПК-10А виконує реле часу КТ1?

- А. Забезпечує необхідний час роботи подрібнювача.
- В. Забезпечує пуск електродвигунів агрегату після ввімкнення подрібнювача з витримкою в часі.
- С. Забезпечує переключення обмоток двигуна подрібнювача з “зірки” на “трикутник” для зменшення його пускових струмів.

11. Яку функцію в схемі керування змішувача СКО-Ф виконують реле часу КТ1, КТ2?

- А. Передбачені для забезпечення необхідної послідовності включення електродвигунів і створення витримки для їх виходу на номінальний режим.
- В. Передбачені для автоматичного вимикання двигуна мішалки в режимах змішування з запарюванням та без запарювання.
- С. Реле часу КТ1 і КТ2 з регульованими витримками 0,1–1 год, передбачені для автоматичного вимикання двигуна вивантажувального шнека після закінчення процесу змішування.

3.4. АВТОМАТИЗАЦІЯ КОРМОЦЕХІВ

Кормоцехи – складова частина тваринницьких ферм і комплексів. Вони призначені для приготування кормових сумішей з різних видів кормів місцевого виробництва з добавками спеціальних компонентів промислового виробництва з урахуванням раціонів годівлі і виду тварин.

Основною складовою частиною кормоцеху є потокова технологічна лінія (ПТЛ). Число ПТЛ, як правило, визначається кількістю та

видами кормів, що переробляються: грубих та концентрованих кормів; коренеплодів; жому; меляси, карбаміду; живильних розчинів, мінеральних добавок; збору компонентів і змішування; видачі готової кормової суміші.

Набір ПТЛ для даного поголів'я і зони визначає технологічну схему кормоцеху. ПТЛ різних типів кормоцехів комплектуються як серійними робочими машинами, так і машинами спеціальної розробки, що і визначають відмінності кормоцехів. Для приготування кормосумішей на свинофермах отримали розповсюдження комплекти устаткування КЦС, а на фермах великої рогатої худоби комплекти устаткування КОРК.

Кормоцех КОРК-15-1 забезпечує кормами (кормосуміш з соломи, силосу, коренеплодів, концентрованих кормів і добавок карбаміду і меляси) молочні ферми на 400–1200 корів або 1000–3000 голів молодяку великої рогатої худоби при вирощуванні та відгодівлі.

Обладнання КОРК-15-1 включає в себе ряд машин, складаючих поточкову технологічну лінію для подрібнення, змішування і видачі готової продукції. Перелік обладнання згідно з рисунком 3.19 зведено в таблицю 3.3.1.

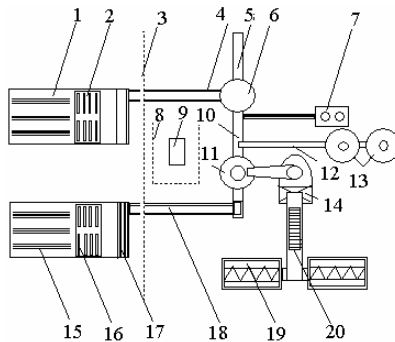


Рис. 3.19. Технологічна схема кормоцеху КОРК-15-1:

- 1, 15 – лотки; 2, 16 – конвеєри; 3 – пілозвукозахисна стіна;
- 4, 18 – транспортери; 5 – транспортер вивантажувальний;
- 6 – подрібнювач-змішувач ИСК-3; 7 – обладнання ОМК-4;
- 8 – пілозвукозахисна кабіна; 9 – щит керування; 10 – транспортер збірний; 11 – бункер-дозатор коренеплодів; 12 – транспортер гвинтовий; 13 – бункери-дозатори концкормів; 14 – подрібнювач ИКМ-Ф-10;
- 17 – ротор подрібнення грубих кормів; 19 – живильник; 20 – транспортер

Технологічний процес приготування кормосумішей згідно з рисунком 3.19 відбувається таким чином: Грубі корми в тюках, рулонах, розсипом завантажуються на лоток 15 (живильника соломи ПС-Ф-6). Звідки конвеєром 16 вони подаються на ріжучі барабани ротора 17 і після часткового подрібнення транспортером 18 подаються на збірний транспортер 10. Паралельно в лоток 1 (живильника зеленої маси ПЗМ-1,5) подається силос, сінаж чи жом. Конвеєром 2 та транспортером 4 маса подається на змішування в подрібнювач-змішувач кормів (ИСК-3) 6.

Концентровані корми завантажуються в бункери-дозатори 13. Звідки дозовано гвинтовим транспортером 12 також поступають на збірний транспортер. Коренеплоди завантажуються в живильники 19 (транспортера ТК-5,0Б) і транспортером 20 подаються на миття та подрібнення в подрібнювач (ИКМ-Ф-10) 14 і подрібненні бункером-дозатором 11 подаються на збірний транспортер 10.

Таблиця 3.3.1.

Обладнання кормоцеху КОРК-15-1

Позначення на рис.3.19	Обладнання	Установлені електродвигуни
1	2	3
	Лінія силосу	
	Живильник зеленої маси ПЗМ-1,5:	
1	Лоток	М1*
2	Конвеєр	М7
4	Транспортер скребковий	М6
	Лінія збирання	
5	Транспортер вивантажувальний	М3
6	Подрібнювач-змішувач ИСК- 3	М4
10	Транспортер збірний	М5
7	Обладнання ОМК-4	
	Лінія соломи	
	Живильник соломи ПС-Ф-6 :	
15	Лоток	М1*
16	Конвеєр	М10
17	Ротор	М9
18	Транспортер скребковий	М8
	Лінія коренеплодів	
11	Бункер-дозатор коренеплодів	М15
14	Подрібнювач ИКМ-Ф-10	

1	2	3
	Транспортер коренеплодів ТК – 5,0Б:	
19	Живильник	M17
20	Транспортер	M16
	Лінія концкормів	
12	Транспортер гвинтовий	M11
13	Бункер-дозатор 1	M13
13	Бункер-дозатор 2	M14

*Лотки силосу та соломи приводяться в дію від одного гідронасоса з електродвигуном M1

Приготований розчин карбаміду і меляси в обладнанні ОМК-4 7 подається по трубопроводах безпосередньо у форсунки подрібнювача-змішувача ИСК-3.

Всі перераховані компоненти доподрібнюються, перемішуються подрібнювачем-змішувачем ИСК-3 б і вивантажуються транспортером 5 в транспортні засоби чи безпосередньо на роздачу тваринам.

Керування обладнанням КОРК-15 здійснюється оператором з одного щита керування, при чому щити керування установками ИКМ-Ф-10 та ОМК-4 розташовані окремо.

Натисканням кнопки SB7 вмикається реле часу KT18, яке через 10 с одним своїм контактом вимикає попереджувальний дзвінок, а іншим готує до роботи кола керування. (рис.3.20.)

Електродвигун гідропідіймників лотків силосу та соломи M1 керується кнопковим постом SB8 через електромагнітний пускач KM1.

Лінія збірна (електродвигуни M3–M5) вмикаються послідовним переключенням перемикача S21 через електромагнітні пускачі KM3 – KM5. Помилковість ввімкнення електродвигунів, як для збірної лінії, так і для послідовних ліній виключена за рахунок використання в колах керування блоківровок. Після запуску лінії збирання контактом K5 в колі (11–23) будуть підготовлені до роботи кола керування інших ліній. Кінцевий вимикач S17 забезпечує блокування неможливості ввімкнення подрібнювача змішувача (M4) при відкритому кожусі.

Лінія силосу (M6, M7) і соломи (M8–M10) вмикаються аналогічно лінії збирання відповідно перемикачами S22, S23.

Пуск лінії концкормів починається з ввімкнення транспортера (M11) за допомогою кнопкового поста SB10 через електромагнітний пускач KM11. Після чого можливе ввімкнення двигунів дозаторів концкормів (M13, M14) за допомогою кнопкових постів SB11, SB12 через магнітні пускачі KM13, KM14.

Первинний пуск лінії коренеплодів виконується кнопкою *SB13*, якою вмикається електродвигун дозатора (*M15*) через пускач *KM15*. Допоміжний контакт електромагнітного пускача *KM15* також забезпечує ввімкнення подрібнювача *ИКМ-Ф-10*. Після запуску подрібнювача кнопкою *SB14* через замикаючий контакт *K28* вмикаються електромагнітні пускачі *KM16* і *KM17* відповідно транспортера (*M16*) і живильника (*M17*). Датчик рівня *S15* через реле *K25* автоматично керує роботою *M16* і *M17* в залежності від заповнення бункера-дозатора коренеплодів.

Обладнання *ОМК-4*, яке служить для внесення в кормосуміші мелясу і карбаміду автоматично вмикається і вимикається при ввімкненні і вимкненні збірного транспортера *M5*, про що сигналізують лампи.

Датчики передбачають сигналізацію про наявність концкормів у бункерах *1* та *2*, про що інформують лампи. При переповненні бункерів під час завантаження з допомогою датчиків вмикаються сигнальні лампи. Реле *K19–K24*, які вмикаються після запуску кожної лінії, забезпечують ввімкнення аварійної сигналізації.

Аварійна зупинка всього обладнання здійснюється кнопками *SB1–SB6*. Вимикачем *S30* забезпечується налагодочний режим кожної лінії обладнання. Для контролю наявності напруги на щиті керування передбачено вольтметр. Контроль струмового завантаження електродвигуна подрібнювача-змішувача *ИСК-3* здійснюється амперметром. Захист силових кіл від струмів короткого замикання здійснюється запобіжниками на вводі та автоматичними вимикачами, а в колах керування та сигналізації передбачено запобіжники *F1*. Захист електродвигунів від тривалих перевантажень здійснюється тепловими струмовими реле, що комплектуються разом з магнітними пускачами.

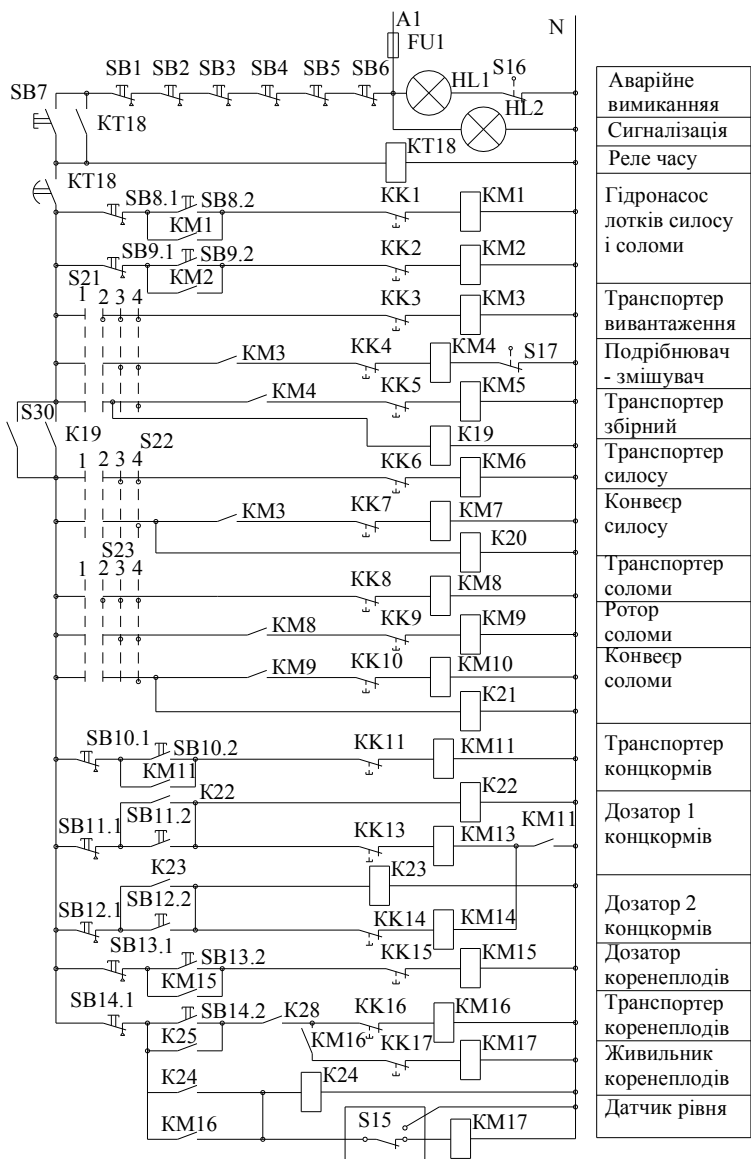


Рис. 3.22. Принципова електрична схема керування кормоцехом КОРК-15-1

Питання для самоконтролю

1. Принципи побудови технологічних схем кормоцехів та управління ними.
2. Призначення кормоцеху серії КОРК-15-1 та технологія приготування кормосумішей в даних кормоцехах.
3. Поясніть роботу кормоцеху КОРК-15-1 в режимах “Робота” та “Наладка” за допомогою принципової електричної схеми.

ТЕСТИ

1. Для чого призначені кормоцехи?

- А. Для готування кормових сумішей з різних видів кормів місцевого виробництва з добавками спеціальних компонентів промислового виробництва з урахуванням раціонів годівлі і виду тварин
- В. Для готування кормових сумішей з різних видів кормів з добавками спеціальних компонентів промислового виробництва
- С. Для готування кормових сумішей з різних видів кормів з урахуванням раціонів годівлі і виду тварин

2. Принцип побудови потоково-транспортних технологічних ліній кормоцеху?

- А. Склад ПТЛ кормоцеху визначається потребами ферми у кількості та видах кормів, що переробляються.
- В. Склад ПТЛ кормоцеху визначається потребами ферми у кількості кормів, що переробляються.
- С. Склад ПТЛ кормоцеху визначається потребами ферми у видах кормів, що переробляються.

3. Принцип керування потоково-транспортними технологічними лініями кормоцеху?

- А. Технологічні лінії та машини в кожній лінії повинні вмикатися по ходу продукту.
- В. Технологічні лінії та машини в кожній лінії повинні вмикатися обернено ходу продукту.
- С. Технологічні лінії та машини в кожній лінії повинні мати незалежне керування.

4. Для чого використовується реле часу в схемі керування кормоцехом КОРК-15-1?

- А. Реле часу К18 через 10 с вимикає попереджувальний дзвоник.
- В. Реле часу через 10 с вимикає попереджувальний дзвоник і подає живлення на схему керування.
- С. Реле часу через 10 с подає живлення на схему керування.

5. Для чого використовується пристрій S15 в схемі керування кормоцехом КОРК-15-1?

- А. Для автоматичного керування лінією коренеплодів в залежності від рівня в дозаторі коренеплодів.
- В. Для автоматичного керування лінією збору кормів в залежності від рівня в дозаторі
- С. Для автоматичного керування лінією концентрованих кормів в залежності від рівня в дозаторі

6. Призначення реле K19-K24 в схемі керування кормоцехом КОРК-15-1?

- А. Для ввімкнення аварійної світлової при вимкненні машин ліній кормоцеху.
- В. Для ввімкнення світлової про роботу машин ліній кормоцеху.
- С. Для забезпечення необхідної послідовності ввімкнення ліній кормоцеху.

4. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РІЛЬНИЦТВІ

4.1. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗЕРНООЧИСНИХ ТА СОРТУВАЛЬНИХ МАШИН

Відповідно до прийнятої технології весь врожай зернових, бобових, олійних культур і насіння трав після комбайнового збирання підлягає очищенню, а близько 60% зібраного врожаю необхідно подавати штучному сушінню.

Необхідність у післязбиральній обробці зерна (очищенню, сортуванню і сушінню) викликана тим, що зернова маса, що надходить з-під комбайнів, поряд із зерном містить до 20...30% бур'янистих і до 5% солом'яних домішок, а вологість зерна в залежності від кліматичних умов значно відрізняється від припустимої (14%) і досягає 30% і більш. Для післязбирального очищення і штучного сушіння зерна використовують стаціонарні зерноочисно-сушильні пункти.

Для цих пунктів промисловість випускає зерноочисні агрегати типу ЗАВ і очисно-сушильні комплекси типу КЗС продуктивністю від 10 до 100 т/г і вентильовані бункери місткістю до 100 т.

Для очищення і сортування зернової маси використовують повітрорешітні і трієрні машини, а сушать зерно в зерносушарках шахтного і барабанного типів і в установках активного вентилування.

Кожен агрегат і комплекс, крім зазначених машин, містить набір транспортерів і норій, зернопроводи і накопичувальні ємності, пристрою для завантаження і розвантаження автотранспорту. повітряні циклони, щити і пульти керування машинами. Усі машини погоджені по продуктивності й об'єднані в єдину потокову лінію, що обслуговується одним-двома операторами.

Об'єднання машин у потокову лінію і їхню автоматизацію дозволили підвищити продуктивність праці в 7...10 разів і знизити собівартість обробки зерна в 2...3 рази в порівнянні з використанням цих же машин у розрізненому виді. Зерноочисні агрегати серії ЗАВ випускаються продуктивністю на 10, 20, 40, 50, 100 т/г і призначені для районів з відносно сухим кліматом, у яких вологість зерна з-під комбайна не перевищує 18%

Зерноочисно-сушильні комплекси, (КЗР-5, КЗС-10Ш, КЗС-20Ш, КЗС-40Ш, КЗС-50, КЗС-10Б и КЗС-20Б) використовуються в

зволожених зонах, у яких вологість зерна при збиранні перевищує 18%.

У господарствах, розташованих у зонах зі збиральною вологістю зерна 18...20%, на комплексі встановлюють бункера активного вентилявання (БВ-12,5, БВ-25, БВ-50).

У зонах з надлишковою вологістю на комплексах КЗС з індексом Ш встановлюються шахтні зерносушарки типу СЗШ-8 і СЗШ-16 продуктивністю відповідно 8 і 16 т/г чи з індексом Б – барабанні зерносушарки типу СЗСБ продуктивністю 2, 4 і 8 т/г на сушінні продовольчого зерна.

Для злагодженої роботи потокових ліній агрегати і комплекси добре електрифіковані й автоматизовані. Агрегати типу ЗАВ мають від 6 до 16 електродвигунів сумарною встановленою потужністю від 16 до 47 кВт, а комплекси типу КЗС – від 22 до 34 електродвигунів сумарною потужністю від 65 до 150 кВт.

З засобів автоматики на агрегатах і комплексах широко використовуються прилади контролю і регулювання технологічних параметрів: датчики рівня сипучих матеріалів, датчики температури нагрівання теплоносія на вході і виході зерносушарки і температури зерна в сушарках і бункерах активного вентилявання, вологоміри для виміру відносної вологості повітря і вологості зерна, витратоміри зерна, прилади контролю полум'я в топці, різні реле, електромагнітні клапани, кінцеві вимикачі та ін.

На основі цих засобів розроблені пульти і станції автоматичного керування агрегатами і комплексами післязбиральної обробки зерна, що автоматично забезпечують:

- послідовність пуску машин потокової лінії в напрямку, зворотному потоку зерна, починаючи з машини, встановленої наприкінці лінії;
- зупинку всіх машин, що передують по потоці зерна будь-якій зупиненій машині потокової лінії;
- можливість ручного включення і відключення будь-якої машини при налагодженні без дотримання технологічних блокувань;
- включення аспираційної системи порід пуском машин і відключення всіх машин при зупинці аспираційної системи;
- програмне розпалювання топки і контроль її роботи;
- контроль температури теплоносія і нагрівання зерна;
- захист електроустаткування від струмів короткого замикання і перевантажень;

- роботу розвантажувальних пристроїв шахт і охолоджувальних колон сушарки;

- світлову сигналізацію про включення і відключення всіх двигунів машин і механізмів, про граничні рівні зерна в сушарках і технологічних ємностях і про відхилення температури теплоносія від заданого значення.

Крім світлової, мається аварійно-попереджувальна звукова сигналізація, що спрацьовує при аварійній зупинці якої-небудь машини, при переповненні технологічних ємностей, а також при загасанні полум'я в топці.

У схемах автоматики передбачені кнопкові пости для аварійної одночасної зупинки всіх працюючих машин у разі потреби.

Технологічні й електричні схеми автоматизації зернопункту розглянемо на прикладі автоматизації найбільше і широко розповсюдженого зерноочисно-сушильного комплексу КЗС-20Ш. Автоматизація інших агрегатів і комплексів виконана аналогічно.

Комплекс КЗС-20Ш призначений для післязбиральної обробки зернових, зернобобових і круп'яних культур. Комплекс складається з зерноочисного і сушильного відділень (рис. 4.1). Зерноочисне відділення включає завальну яму 27, автомобілепідйомник 16, завантажувальну двопоточну норію 5, машину попереднього первинного очищення 6, повітряно-решітну машину 4, трієрний блок 1, централізовану аспираційну систему 5, передавальні транспортери 2, транспортер відходів 19, комплект зернопроводів і блок бункерів: очищеного зерна 22, відходів 21, фуражу 20 і резервні бункери 18. Усі машини і пульти керування змонтовані на блоці бункерів, що одночасно є їх несучою конструкцією й ємностями для проміжного збереження оброблюваного зерна.

Сушильне відділення має сушарку СЗШ-16 із двома шахтами 20, 12, п'ять норій 7, 5, 11, 13, 15, охолоджувальні колони 8, 14 і станцію керування. Очисне і сушильне відділення технологічно зв'язані між собою зернопроводами.

Технологією керування передбачається можливість роботи комплексу по сімох різних варіантах: паралельно чи послідовно, за участю в роботі всіх чи окремих машин. Зерно з кузова автомобіля за допомогою автомобілепідйомника 16 вивантажують у завальну яму 17, відкіля завантажувальною норією 5 воно транспортується в машину попереднього очищення 6, а потім норіями 11 і 13 у шахти сушарки 10 і 12. Із сушарки висушене зерно подається за допомогою норій 9 і 15 в охолоджувальні колони 8 і 14 для охолодження зовнішнім повітрям,

а потім норією 7 направляються на вітрорешітні машини 4 для подальшого очищення і транспортерами 2 на трієрні блоки 1 для сортування.

Очищене насіння і відходи надходять у відповідні секції блоку бункерів (рис. 4.1). Зерносушарка СЗШ-16 має дві шахти. При вологості зерна до 20% потік зерна розділяється й одночасно проходить через обидві шахти. При вологості понад 20% весь потік проходить обидві шахти послідовно. При паралельній роботі шахт зерно норіями 11 і 13 рівномірно й одночасно розподіляється по двох шахтах. Висушене й охолоджене зерно норією 7 подається в резервний бункер 18 звідкля самопливом надходить у другий потік завантажувальної норії 5.

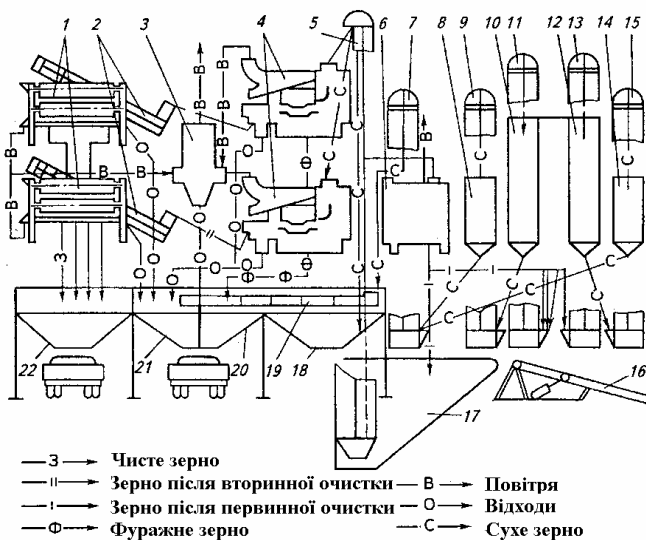


Рис. 4.1. Технологічна схема комплексу КЗС-20Ш

При послідовній роботі шахт зерно з машини попереднього первинного очищення 6 норією 13 направляється в праву шахту 12. Просушене зерно розвантажувальною кареткою вивантажується в норію 15 і переміщається в охолоджувальну колону 14. Охолоджене зерно шлюзовим затвором вивантажується з колони 14 і направляється норією 11 у другу шахту 10 сушарки. Після сушіння другій шахті зерно норією 9 подається в охолоджувальну колону 8, відкля через

шлюзовий затвор порціонно вивантажується норією 7 у резервний бункер 18, а потім завантажувальною норією 5 подається на очищення.

У повітряних каналах від зерна відокремлюються легкі домішки і по системі повітропроводів виносяться в осадову камеру централізованої аспіраційної системи 5, де домішки виводяться в секцію відходів, а очищене повітря вентилятором подається назовні.

У повітрорешітних машинах зернова суміш поділяється на три фракції: очищене зерно, фуражне зерно і відходи. Очищене зерно передавальними транспортерами 2 подається на трієрні блоки 1, де вони додатково очищаються від довгих і коротких домішок, що не відокремилися у повітрорешітних машинах.

У залежності від призначення і ступеня засміченості зерна трієрні блоки виставляють на паралельну чи послідовну роботу циліндрів. Чисте зерно і фракції очищення системою зернопроводів направляються у відповідні бункери.

Агрегати і комплекси для очищення зерна складаються з повітряно-решітних машин, трієрів. На повітряно-решітних машинах виконують попереднє, первинне і вторинне очищення. Трієри застосовуються для доведення продукції до певної кондиції, на трієрах відбувається розділ по довжині зерен.

Спрощена функціональна схема повітряно-решітної зерно-очисної машини зображена на рис. 4.2.

Зернова маса з бункера *ПБ* за допомогою підживлювача *П* подається у повітряний канал першої операції, де з маси відокремлюються легкі домішки, які потрапляють до приймача *ЛВ*. Після чого зернова маса надходить на решітний сепаратор, який складається з трьох решіт *I, II, III*, нахилених під деяким кутом до горизонту, що приводяться в коливальний рух за допомогою електропривода. Верхнє решето є прохідним, через яке зерно основної культури просівається, а великі домішки проходять зверху і потрапляють у приймач *ВВ*. Нижнє решето відокремлюють від потоку дрібні домішки, а основне зерно проходить через канал другої повітряної аспірації, де повітря виносить дрібні, легкі домішки, і потрапляє в бункер чистого зерна.

Як бачимо, для регулювання процесу очищення застосовується підживлювач *П*, який може змінювати подачу зерна в машину та заслінки *ПЗ*, які змінюють швидкість руху повітря в каналах аспірації.

За довжиною зерно проходить очищення на циліндричному трієрному обладнанні. Зернова маса розділяється чарунковою поверхнею циліндрів. На внутрішній поверхні робочого циліндра 1 (рис. 4.3) розташовані чарунки. Циліндр встановлений горизонтально,

або під кутом $1,5^\circ$ і весь час обертається. В середині циліндра розташований жолоб. Короткі зерна 4, що западають у чарунки при обертанні циліндра, потрапляють у жолоб 2, виводяться зовні за допомогою шнеку. Довгі зерна 3 сходять з циліндра при його обертанні.

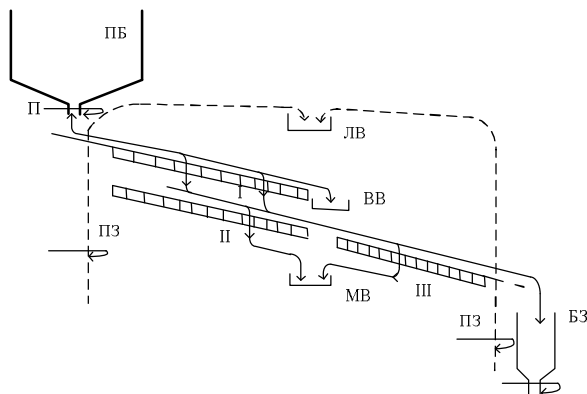


Рис. 4.2. Функціональна схема повітряно-решітної машини для зерноочищення:

ПБ – приймальний бункер; П – підживлювач; I, II, III – решета;
ПЗ – вітряні заслінки; ЛВ – приймач легких відходів; ВВ – приймач великих відходів; МВ – приймач малих відходів; БЗ – бункер зерна

Регулювання процесу в трієрах може відбуватися тільки зміною подачі зернової маси в трієр.

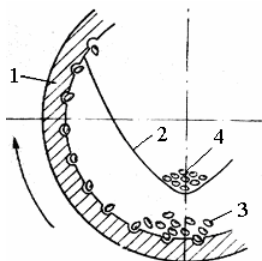


Рис. 4.3. Розділення насіння на трієрах:

1 – циліндр; 2 – жолоб; 3 – довгі зерна; 4 – короткі зерна

Залежно від призначення і ступеня засміченості зерна трієрні блоки виставляють на паралельну чи послідовну роботу циліндрів. Чисте зерно і фракції очищення системою зернопроводів направляються у відповідні бункери.

Для захисту кіл живлення електродвигунів від струмів короткого замикання встановлено автоматичні вимикачі *QF2–QF5* серії *BA51Г25*, захист електродвигунів від перевантаження здійснюється за допомогою теплових реле *KK – KK11* серії РТЛ.

Дистанційне керування електродвигунами установки здійснюється за допомогою магнітних пускачів серії ПМЛ.

Принципова електрична схема автоматичного керування очисним відділенням комплексу КЗС-20Ш показана на рисунку 3.4. У залежності від кількості і засміченості зернової маси установлюють відповідне положення перемикачів *SA1* і *SA2*, якими дається режим роботи устаткування по сімох різних варіантах: при перемиканні перемикача *SA1* у положення 3 можлива робота всіх машин попередньої, повітряно-решітної і трієрного очищення, а також загальна робота першої чи другої лінії машин у залежності від вмикання перемикача *SA2* (положення 1 чи 2). Якщо перемикач *SA1* знаходиться в положенні 1, то можлива робота машин у вищевказаних трьох варіантах, але без трієрних блоків. Коли перемикач *SA1* у положенні 2, працює також машина попереднього очищення.

Щоб запобігти завал зерна при пуску і зупинці машин послідовність пуску електроприводів машин протилежна руху зерна, а послідовність зупинки збігається з потоком зерна. Як приклад розглянемо роботу схеми при включенні машин по основному варіанті, коли включаються всі машини. Спочатку включають автомати, перемикач *SA1* ставлять у положення 3, а *SA2* у положення 2 і кнопкою *SB20* подають попереджувальний звуковий сигнал *HA* про пуск машини, а потім кнопкою *SB1* включають у роботу електропривод централізованої аспіраційної системи. Після цього кнопками *SB4* і *SB6* включають електроприводи потужністю по 2,2 кВт, двох блоків трієрів. Передавальні транспортери і повітряно-решітні машини працюють від електроприводів які включають кнопками *SB4*, *SB6* і *SB5*, *SB7* після замикання блок-контактів *KM2:2* і *KM3:2* у ланцюгах магнітних пускачів *KM4...KM7*. Тільки після цього можна включити кнопкою *SB16* через блок-контакти *KM6:2* чи *KM7.2* електроприводи норії, машини попереднього очищення і транспортера відходів, а потім кнопкою *SB18* – електропривод завантажувальної норії. Автомати

заслінки норії *A3H1* і *A3H2* відкриваються автоматично від блок-контактів *KM11.2*.

Зупиняють машини в зворотній послідовності, натискаючи кнопки “Стоп” *SB9...SB1*.

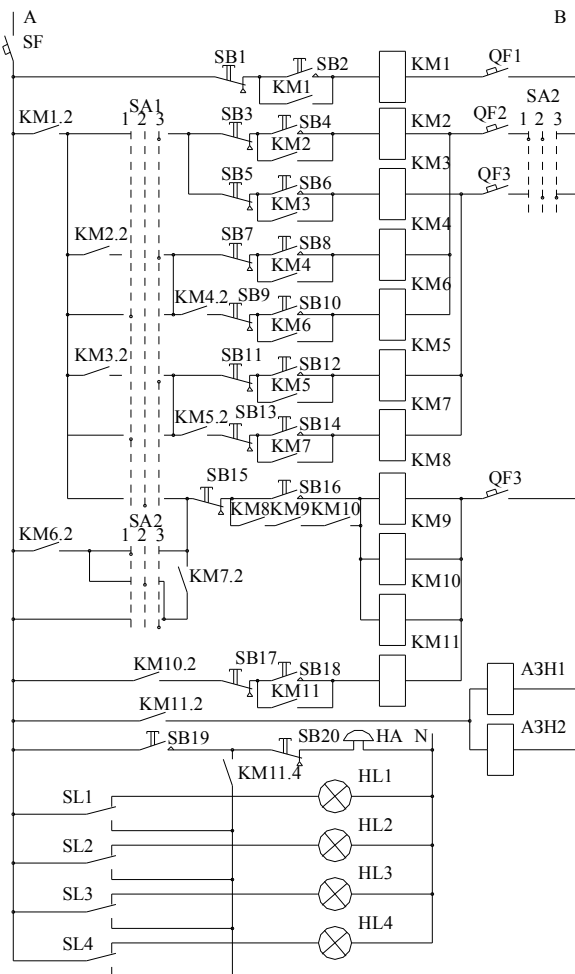


Рис. 4.4. Принципова електрична схема автоматичного керування зерноочисного агрегату КЗС-20Ш

У випадку переповнення бункерів переключаються контакти датчиків рівня *SL1...SL4* і включається звуковий сигнал НА, а відповідна сигнальна лампа *HL1...HL4* вимкнеться.

Питання для самоконтролю

1. Що входить в післязбиральну обробку зерна?
2. Які агрегати використовують для післязбирального очищення і штучного сушіння зерна?
3. Які засоби автоматизації використовуються на агрегатах і комплексах?
4. За допомогою технологічної схеми комплексу КЗС-20Ш покажіть, як здійснюється очистка та сушка зерна?
5. Поясніть роботу принципової електричної схеми керування зерноочисним агрегатом.

ТЕСТИ

1. Які агрегати використовують для очищення зерна?

- A. КЗС-20Ш, КЗС-10Б
- B. СЗШ-16, СЗШ-8
- C. СЗШ-16, СЗСБ-8

2. Яке очищення виконують на повітряно-решітних машинах?

- A. На повітряно-решітних машинах виконують первинне і вторинне очищення
- B. На повітряно-решітних машинах виконують попереднє і первинне очищення
- C. На повітряно-решітних машинах виконують попереднє, первинне і вторинне очищення

3. Для чого використовують трієри?

- A. Трієри застосовуються для доведення продукції до певної кондиції, на трієрах відбувається розділ по довжині зерен
- B. Трієри застосовуються для доведення продукції до певної кондиції.
- C. На трієрах відбувається розділ по довжині зерен

4. Які пристрої потрібно використовувати для контролю наявності зерна в бункерах зерноочисного агрегату?

- А. Кінцеві вимикачі.
- В. Кінцеві вимикачі, контактні датчики рівня зерна.
- С. Контактні датчики рівня зерна.

5. Який пристрій потрібно використати, щоб виключити завал двопоточної норії зерна зерноочисного агрегату?

- А. Автомат заслінки норії, який відкриває подачу зерна одночасно з вмиканням приводу норії.
- В. Автомат заслінки норії, який відкриває подачу зерна завчасно до вмиканням приводу норії.
- С. Електромагнітний виконуючий механізм.

6. За допомогою принципової електричної схеми керування зерноочисного агрегату вкажіть, яким вмикається електродвигун М7 повітряно-решітчастої машини в основному режимі?

- А. Четвертим після двигуна М1 вентиляційної системи, М2 приводу трієра, М4 привода передавального транспортера
- В. Четвертим після двигуна М1 вентиляційної системи, М3 приводу трієра, М5 привода передавального транспортера.
- С. Третім після двигуна М3 приводу трієра, М5 привода передавального транспортера.

7. За допомогою принципової електричної схеми керування зерноочисного агрегату вкажіть як пристрій керує роботою АЗН?

- А. Кнопками керування SB16, які вмикають АЗН.
- В. Магнітним пускачем KM11, який контактом KM11.2 подає напругу на АЗН.
- С. Автоматично за допомогою датчиків рівня зерна.

8. За допомогою принципової електричної схеми керування зерноочисного агрегату вкажіть призначення датчиків рівня SL1...SL4?

- А. У випадку переповнення бункерів з зерном переключаються контакти датчиків рівня SL1...SL4 і вмикається звуковий сигнал НА, а відповідна сигнальна лампа HL11...HL14 вимкнеться
- В. У випадку звільнення бункерів від зерна вмикають звуковий сигнал
- С. У випадку переповнення бункерів з зерном переключаються контакти датчиків рівня SL1...SL4 і вмикається сигнальна лампа HL11...HL14

4.2. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗЕРНОСУШАРОК

Для сушіння зерна після його збирання та попереднього очищення застосовують барабанні, шахтні зерносушарки та обладнання активного вентилявання. У барабанних сушарках неможливо витримати задані режими сушіння як продовольчого, так, особливо, насінневого зерна. Обладнання активного вентилявання має досить невисоку продуктивність і поки що відіграє допоміжну роль. Тому для сушіння зерна найбільше застосовують шахтні сушарки безперервної дії: типів Т662, Т663 фірми “Пектус” (Німеччина) та вітчизняні сушарки типу СЗШ-16, що входять до комплексів КЗС-20Ш.

Технологічна схема зерносушарки СЗШ-16 зображена на рисунку 4.5. Зерно із завантажувального бункера 1 надходить до норії 3, яка подає вологе зерно до сушарки. Сушарка складається з двох паралельних шахт з жалюзіями. Вологе зерно переходить спочатку по правій шахті, де висушується за допомогою агенту сушіння, яке поступає з теплогенератора 10. Просушене в правій шахті зерно за допомогою норії 2 поступає в охолодник 1, де продувається зовнішнім повітрям і охолоджується. Після охолодження відбувається другий прохід зерна через сушарку по лівій шахті, охолоднику 7 за допомогою норій 5 і 6. Висушене зерно норією 8 подається до зерносховища 9.

Необхідний рівень зерна в сушарці контролюється датчиками мінімального і максимального рівня, що встановлені в надсушильних бункерах. Датчики рівня керують роботою порційного розвантажувального пристрою: при досягненні мінімального рівня зупиняється електродвигун розвантажувальної каретки, при досягненні максимального рівня електродвигун розвантажувальної каретки вмикається знову. Надлишок зерна з надсушильного бункера по зернозливачу повертається в завальну яму.

У нижній частині шахт у патрубках встановлені датчики температури для дистанційного виміру температури нагрівання зерна в потоці.

Висушене зерно норіями 6, 2 піднімається і скидається в лоткові витратоміри, звідкіля попадає в охолодники 1, 7. Охолодники виконані з двох коаксально розташованих циліндрів. До малого внутрішнього циліндра зверху приєднаний всмоктувальний патрубок вентилятора, за допомогою якого виділяється відпрацьоване повітря. Зерно розташовується між перфорованими стінками внутрішнього і зовнішнього циліндрів і проохолоджується завдяки всмоктуванню повітря через його шар.

Нижня частина охолодника закінчується конусом, під яким розташований шлюзовий затвор для періодичного порційного розвантаження колони.

Виконавчий механізм шлюзового затвора керується від датчиків рівня зерна, що контролюють верхній і нижній припустимий рівень зерна у верхній частині охолодника. При максимальному рівні зерна шлюзовий затвор відкривається, при мініальному – закривається. Охолоджене зерно подається норією на подальше очищення.

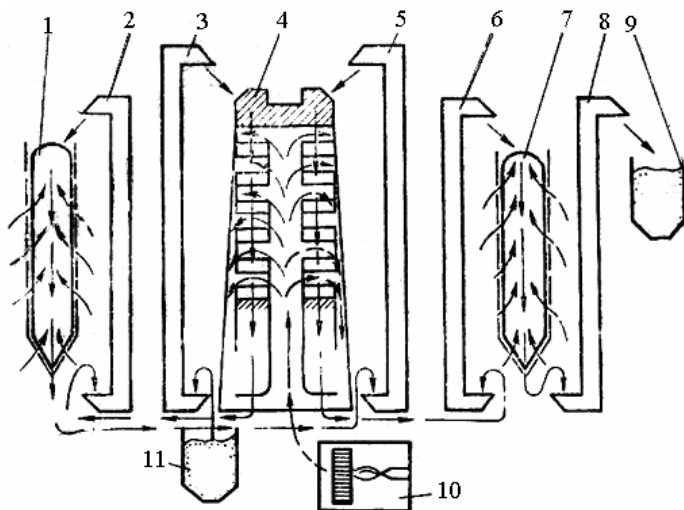


Рисунок 4.5. Технологічна схема сушарки СЗШ-16:

1, 7 – охолодники; 2, 3, 5, 6, 8 – норії; 4 – зерносушарка; 9 – зерносховище;
10 – теплогенератор; 11 – завантажувальний бункер; зерно – $\rightarrow$
— $\rightarrow$ – агент сушіння

Технологічна схема топки для зерносушарки СЗШ-8 показана на рис. 4.6.

Система подачі палива складається з паливного бака 18, насоса 27, манометра 2, зливного крана 15, дроселя 20, золотника 19, форсунки 4, газодувки 11 і трубопроводів 16 подачі палива.

Камера згоряння 7 топки має екран 5 і кожух 6 з вуглецевої сталі. У передній частині змішувальної камери 9 (“равлика”) установлений запобіжний клапан 10, що охороняє топку від вибуху при раптовому запаленні парів палива.

Рідке паливо до форсунки 4 надходить за допомогою шестеренчастого насоса 17. Дистанційне керування подачею палива здійснюють за допомогою золотника 9, а тиск впорскування встановлюють дроселем 30. Повітря, необхідне для згоряння палива, подається до форсунки ротаційною газодувкою 11 через крани 12 і 13. Вентилятор 14 подає повітря в топку до 9 тис. м/ч. При пуску топки включають електродвигуни вентиляторів топки і паливний насос 17. За допомогою трансформатора 2 і високовольтної свічки запалювання 3 запалюється полум'я в топці, наявність якого контролюється спеціальним фотодатчиком. Якщо паливо не запалюється, то через 15 с привод вентилятора топки і паливного насоса відключається.

При роботі топки в змішувальну камеру 9 надходять топкові гази, а по кільцевих зазорах між стінками камери згоряння, екраном 5 і кожухом 6 – зовнішнє повітря. Для кращого змішування газів з повітрям установлений відбивач 8.

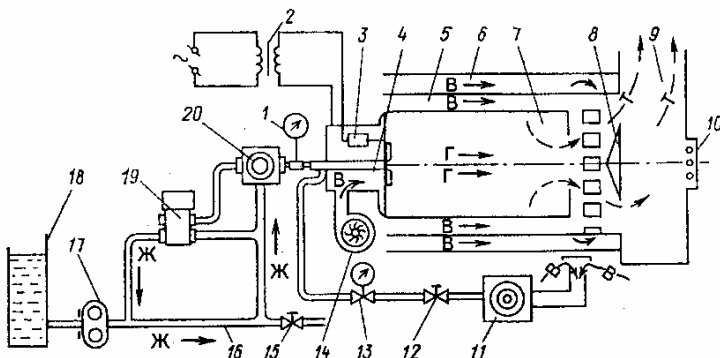


Рис. 4.6. Технологічна схема топки зерносушарки СЗШ-8:
Ж – рідке паливо; Г – топкові гази; В – повітря; Т – теплоносії

Барабанні зерносушарки СЗПБ-2, СЗСБ-4 і СЗСБ-8 продуктивністю відповідно 2, 4 і 8 т/г використовують для сушіння продовольчого зерна, насіння трав, а також для готування білково-вітамінного трав'яного борошна. Розглянемо технологічну схему (рис. 4.7) зерносушарок СЗСБ-8, якими комплектуються комплекси післязбиральної обробки зерна типу КЗС-20Б. Вона включає топку 2, завантажувальну камеру 5, сушильний барабан 4 з піднімальними лопатками 5, розвантажувальну камеру 7, елеватор 9, охолоджувальну колону 10 зі шнеком 12. Привод механізму сушильного барабана здійснюється електродвигуном потужністю 7,5 кВт через двоступінчастий редуктор

і приводні ремені. Зерно в сушильний барабан повинно надходити рівномірним і безперервним потоком. Зерно в барабан подається по гвинтових доріжках, зайве зерно пересипається через підпірне кільце завантажувальної камери і направляється через клапан-блимвавку 13 у прийомний бункер.

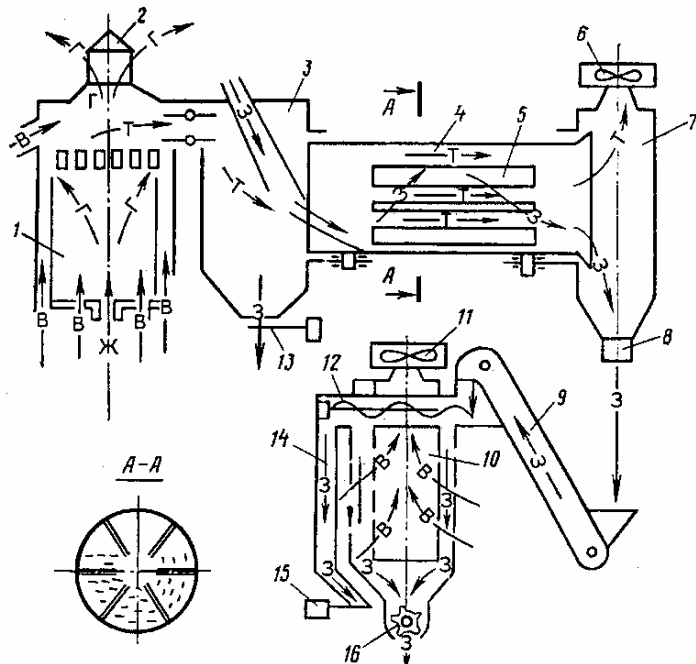
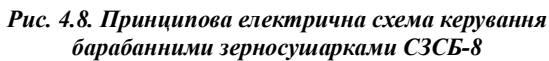


Рис. 4.7. Технологічна схема зерносушарки СЗСБ-8:

з – зерно; *жс* – рідке паливо; *г* – топкові гази; *в* – повітря; *т* – теплоносії

Під впливом теплоносія і лопаток 5 зерно переміщається уздовж барабана і висипається в розвантажувальну камеру 7. З камери 7 зерно через шлюзовий затвор 8 направляється елеватором 9 в охолоджувальну колону 10. В охолоджувальній колоні зерно переміщається зверху вниз і за допомогою вентилятора 11 продувається зовнішнім повітрям і проохолоджується.



У верхній частині колони розташований горизонтальний шнек 12 для подачі і розрівнювання зерна. Зайве зерно при завантаженні колони попадає в зернозлив 14, на кінці якого закріплений клапан 15 з контактним датчиком. Від контактного датчика і датчика верхнього рівня зерна вмикається шлюзовий затвор 16, що випускає порцію зерна. Випуск зерна припиняється в момент спрацьовування датчика мінімального рівня, встановленого у нижній частині охолоджувальної колони.

Теплоносії готують у топці 1 шляхом спалювання рідкого палива (суміш 75% гасу і 25% моторного палива) і нагрівання топковими газами повітря, подаваного в топку. Побічні гази видаляються через трубу, відпрацьований теплоносій викидається в атмосферу вентилятором 6.

Принципова електрична схема керування двома зерносушарками СЗБ-8, що входять у комплект КЗС-20Б, показана на рисунку 4.8. Вона складається з ланцюгів дистанційного пуску й зупинки агрегатів, керування топкою, світлової і звукової сигналізації.

Автоматами *QF1* і *QF2* і перемикачем *SA1* вибирають заданий варіант роботи обладнання: робота тільки першої чи другої зерносушарки або їхня спільна робота (положення перемикача *SA1* буде відповідно в 1, 2 чи 3).

Перед пуском зерносушарки вмикають автомати *SF1* і *SF2*, які подають напругу в схему керування, і кнопкою *SB2* вмикають магнітний пускач *KM16*.

Блоки-контакти *KM16:3* через реле *KV3* вмикають попереджувальний звуковий сигнал *HA*, що після пуску агрегатів знімають кнопкою *SB21* через реле *KV1...KV3*.

Розглянемо роботу схеми (рис. 4.8) при пуску першої зерносушарки. Кнопками *SB4* і *SB6* вмикаються електроприводи вентилятора 6 сушильного барабана 4 і топки 1. Від блоків-контактів *KM2:3* спрацьовує реле витримки часу *KT1*, що через 150 с своїм контактом *KT1:1* вмикає трансформатор запалювання *TV1* і електромагнітний клапан *YA1* подачі палива. З появою полум'я в топці спрацьовує фотореле *KV5*, що вмикає реле *KV4*.

Останнє стає на самопідживлення через свій контакт *KV4* і вимикає реле *KT1*.

Якщо протягом 15 с у топці полум'я при пуску не виникає, то реле *KT1* на 165 с з моменту пуску шунтує ланцюг *R* і цим викликає спрацьовування реле *KV5*, а потім реле *KV4*. Реле *KV4* одним контактом вимикає реле часу *KT1*, а другим контактом розриває одну з

двох ланцюгів живлення магнітного пускача *KM2*. Реле *KT1*, розшунтовує ланцюг *R*, вимикає фотореле *KV5*, а останнє розриває ланцюг живлення *KV4*, а потім *KM2*, і вентилятор топки вимикається. Блоки-контакти *KM2:3* знімають напругу з автомата контролю полум'я і вимикають через контакти реле *KV1:2* звуковий сигнал *HA*. Аналогічним чином працює схема при загасанні полум'я в топці з будь-яких причин. Повторний пуск оператором можливий тільки після усунення причин загасання полум'я.

При успішному пуску топки кнопками *SB12* і *SB14* вмикають магнітні пускачі *KM5* і *KM6* електродвигунів сушильного барабана 4 і вентилятора 11 охолоджувальної колони 10.

Магнітні пускачі *KM13...KM15* за допомогою кнопок *SB16...SB20* вмикають відповідно електроприводи двохпоточної норії, охолоджувальної колони, розвантаження сушарок і проміжних норій. Потужність кожного електродвигуна норії дорівнює 2,2 кВт.

Тільки після вмикання розвантажувальної норії сушарок можна ввімкнути кнопкою *SB8* електропривод розвантажувального пристрою 8 сушарки.

Аналогічно вмикаються і вимикаються електродвигуни другої зерносушарки.

Електроприводом розвантажувального пристрою 16 охолоджувальної колони 10 можна керувати вручну за допомогою кнопок *SB9* і *SB10* чи автоматично за допомогою датчиків рівня зерна (перемикач *SA2* у другому випадку ставлять у положення 2).

Величини нижнього і верхнього рівнів зерна в охолоджувальній колоні контролюються датчиками рівня *SL1* і *SL2*. Якщо рівень зерна досягне граничного нижнього значення, то розмикаються контакти *SL1* і розвантаження охолоджувальної колони припиняється. Коли зерно досягає граничного верхнього рівня, то замикаються контакти спочатку *SL1*, а потім *SL2* і починається розвантаження колони.

Зупиняє зерносушарку оператор, по черзі вимикаючи обладнання в послідовності, зворотного пуску, за допомогою кнопок "Стоп" *SB1...SB19*. В екстрених випадках одночасно всі машини зупиняють кнопкою *SB* чи *SB1*.

Питання для самоконтролю

1. Яке обладнання використовується для сушіння зерна після його збирання та попереднього очищення?
2. Які недоліки барабаних зерносушарок?

-
-
3. Які недоліки обладнання активного вентилявання зерна?
 4. Які переваги шахтних зерносушарок?
 5. Чим керуються датчики мінімального і максимального рівня зерна в шахтній зерносушарці?
 6. Для чого призначені барабанні зерносушарки?
 7. Поясніть роботу барабанної зерносушарки по технологічній схемі.
 8. Поясніть роботу барабанної зерносушарки по принциповій електричній схемі.

ТЕСТИ

1. Які пристрої використовуються для контролю рівня зерна в шахтній зерносушарці?

- A. Датчиками мінімального рівня зерна.
- B. Датчиками максимального рівня зерна.
- C. Датчиками мінімального і максимального рівня зерна.

2. Де розміщуються датчики мінімального і максимального рівня зерна в шахтній зерносушарці?

- A. Встановлені в шахті.
- B. Встановлені в надсушильних бункерах шахт.
- C. Встановлені в повітропроводі шахт.

3. Які автоматичні пристрої використовуються для керування кількістю зерна в охолоджувальній колоні шахтної зерносушарки?

- A. Датчики рівня зерна та виконавчий механізм шлюзового затвора.
- B. Датчики рівня зерна.
- C. Виконавчий механізм шлюзового затвора.

4. Для чого використовуються виконавчий механізм шлюзового затвора в охолоджувальній колоні шахтної зерносушарки?

- A. Для періодичного завантаження колони.
- B. Для періодичного порційного розвантаження шахти.
- C. Для періодичного порційного розвантаження колони.

5. Для чого використовуються датчики рівня в барабанній зерносушарці СЗБ-8?

А. Для контролю верхнього рівня зерна в охолоджувальній колонії.

В. Для контролю нижнього і верхнього рівнів зерна в охолоджувальній колонії.

С. Для контролю нижнього рівня зерна в охолоджувальній колонії.

6. Де розміщується фотодатчик в барабанній зерносушарці СЗБ-8?

А. В топці теплогенератора барабанної зерносушарки.

В. В охолоджувальній колонії.

С. В барабані зерносушарки.

7. Де розміщуються датчики рівня в барабанній зерносушарці СЗБ-8?

А. В барабані зерносушарки.

В. В охолоджувальній колонії.

С. В теплогенераторі барабанної зерносушарки.

4.3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ АКТИВНОГО ВЕНТИЛЮВАННЯ ЗЕРНА

Активне вентилявання зерна застосовують для сушіння насіннєвого зерна, для тимчасової консервації зерна охолодженням та аерації насіння при тривалому зберіганні.

Активне вентилявання – це різновид конвективного способу сушіння продукту. Особливість такого способу полягає в досить низьких температурах агенту сушіння, що не призводить до теплового травмування зерна. При цьому нерухомий достатньо товстий шар зерна продувається потоком повітря, який поглинає вологу із зерна доти, поки не настане гігроскопічна рівновага зерна та повітря. Наприклад, при температурі 20⁰С для вологості зерна 14% відповідає відносна вологість повітря 65%.

Обладнання для активного вентилявання зерна може функціонувати залежно від ефективності процесу сушіння трьома різними способами.

Перший спосіб полягає в продуванні звичайного повітря навколишнього середовища через шар зерна. У цьому випадку тривалість сушіння значно збільшується. Відомо, що зберігання вологого зерна досить обмежене. Наприклад, при зберіганні зерна вологістю понад 18% протягом 6...8 діб починається його псування. Ось чому такий спосіб функціонування обладнання для активного вентилявання зерна не знаходить широкого застосування.

Другий спосіб полягає у використанні устаткування для вентилявання зерна як сушарок періодичної дії. Агент сушіння попередньо підігрівається до 45...50С. У цьому випадку відносна вологість повітря, що продувається становить 15...30%, що відповідає 5...8% зрівноваженої вологості зерна. Так при висушуванні зерна початковою вологістю 25% нерівномірність вологості становить 12%, а прошарки зерна, що прилягає до внутрішнього циліндра, висушуються до вологості 3...4%. Тому для підвищення рівномірності сушіння зерна його необхідно перемішувати під час сушіння. Це здійснюється шляхом пересипання зерна з одного бункера в інший один два рази за період сушіння залежно від початкової вологості зерна.

Найдоцільнішим способом сушіння зерна активним вентиляванням є *третій спосіб*, який передбачає продувати шар зерна повітрям з відносною вологістю, яка відповідає або трохи нижча за зрівноважену вологість зерна. Відомо, що нагрівання повітря на 1°С знижує його відносну вологість приблизно на 5%, то достатньо нагріти повітря навіть вологістю 100% на 7°С, щоб вологість агрегата сушіння становить 65%. При такому способі функціонування обладнання для активного вентилявання зерна нерівність сушіння майже відсутня, а тривалість сушіння не досягає допустимих строків зберігання вологого зерна. Така схема реалізована у вітчизняному устаткуванні для активного вентилявання зерна бункерами БВ-6, БВ-12,5, БВ-25, БВ-50 та бункерами К-878 фірми “Пектус” (НДР). Бункер активного вентилявання зерна типу БВ – 25 має місткість (насіннева пшениця) 25 тонн. Встановлена потужність електроспоживачів бункера БВ-25 становить 41,5 кВт, зокрема підігрівників повітря 36 кВт при подачі повітря – 5600 м/год.

Розглянемо технологічну схему проведення активного вентилявання зерна бункером БВ-25. Робота здійснюється таким чином. Норія 1 (рис. 4.9) завантажує зерно у бункер 2, який має циліндричну форму і виконаний із штампованих перфорованих секцій. Зерно засипається між внутрішнім і зовнішнім циліндрами, де здійснюється вертикальне

і горизонтальне (радіальне) повітророзподілення. У центрі бункера встановлена перфорована повітророзподільча труба 3, в середині якої переміщується поршень – заслінка 4. Розвантажується бункер самопливом через люк 5. Вентилятор 6 проганяє повітря через електрокалорифер 7 і подає його в масу зерна. Повітря пронизує шар зерна від внутрішнього циліндра до зовнішнього і відбирає надлишкову вологість. Електрокалорифер 7 вмикається в роботу при вологості зовнішнього повітря більше 65% і підігріває повітря лише на 5...6 °С.

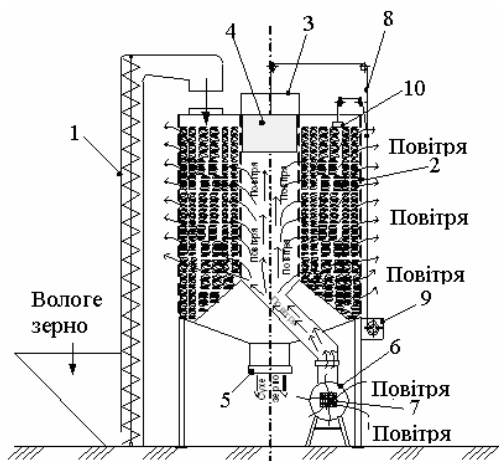


Рис. 4.9. Технологічна схема бункера активного вентиляції зерна на базі бункера БВ–25:

- 1 – завантажувальна норія; 2 – зовнішній перфорований циліндр;
- 3 – внутрішній перфорований циліндр; 4 – поршень – заслінка;
- 5 – вивантажувальний люк; 6 – центробіжний вентилятор;
- 7 – нагрівна система; 8 – трос лебідки приводу поршня;
- 9 – приводна станція лебідки; 10 – задатчик положення поршня;

Схема живлення і захисту електроспоживачів бункера активного вентиляції зерна зображена на рисунку 4.10.

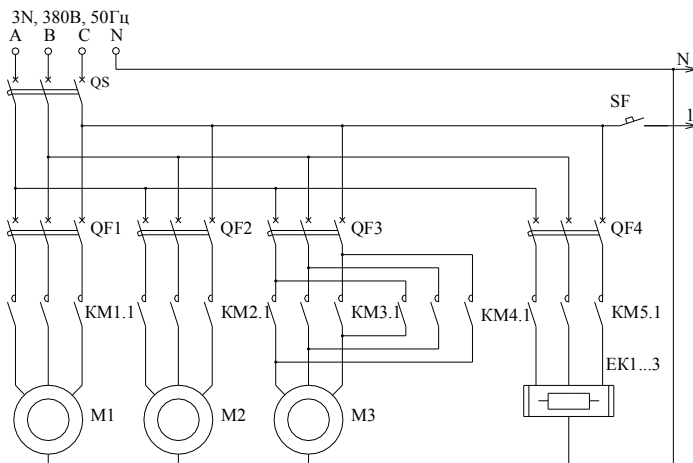


Рис. 4.10. Принципова електрична схема живлення і захисту електроспоживачів бункера БВ–25

Живиться система активного вентилявання зерна бункера БВ – 25 від стандартного джерела живлення змінного струму частотою 50 Гц на напругу 0,4 кВ по чотирипровідній системі. В якості ввідного апарата використовується роз'єднувач *QS* типу Р16–3СВ2000У3, який призначений для створення видимого розриву в електричному колі при обслуговуванні установки.

Для захисту електродвигунів від коротких замикань ми використовуємо автоматичні вимикачі *QF1...QF3* типу ВА51Г25 із комбінованими розчіплювачами. Для захисту нагрівної системи *ЕК* від коротких замикань автоматичний вимикач *QF4* типу ВА51–31 із електромагнітними розчіплювачами. Для захисту кола керування від коротких замикань автоматичний вимикач *SF* типу ВА51–10. Для дистанційного керування електроспоживачами установки та захисту від надмірного зниження напруги джерела живлення використовуються електромагнітні пускачі *KM1...KM5* типу ПМЛ.

Принципова електрична схема керування бункером БВ–25 представлена на рисунку 4.11. Дана схема керування передбачає роботу установки по двох взаємозв'язаних підсистемах.

Причому система завантаження зерна в бункер та руху поршня – заслінки є задаючою і без її впливів неможлива робота другої підсистеми керування мікрокліматом в масі зерна бункера.

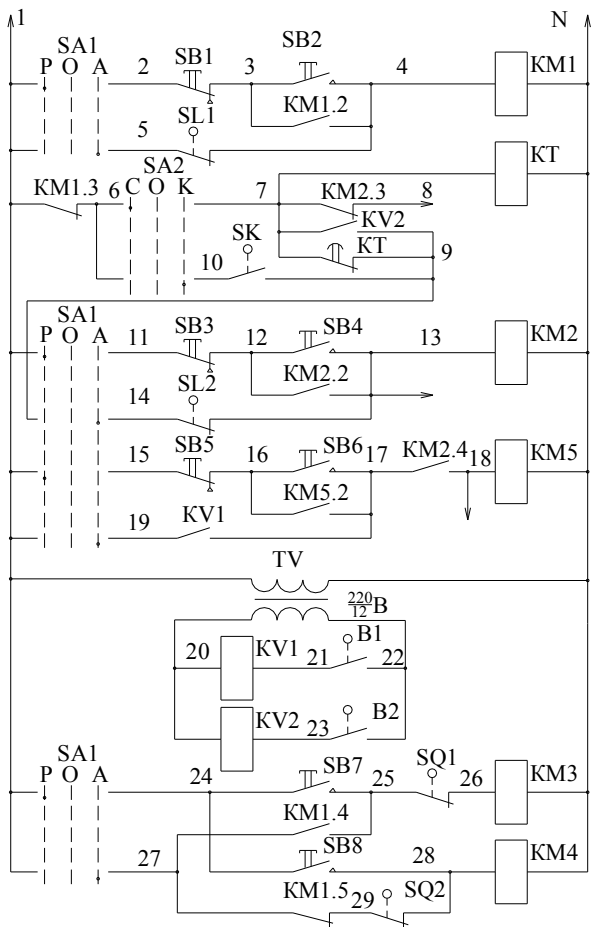


Рис. 4.11. Принципова електрична схема керування бункером активного вентилявання зерна БВ–25

Так як бункер активного вентилявання зерна може виконувати дві функції переробки зерна то перемикачем *SA2* ми вибираємо їх почерговість. Положення *SA2* “С” – сушіння вологого зерна до необхідних кондицій та “К” – консервація зерна, тобто зберігання зерна після його пересушування. Перемикачем *SA1* ми вибираємо режим роботи схеми керування (“Р” ручне керування установкою

оператором із постійним візуальним контролем та “А” – автоматичне керування без участі оператора). У ручному режимі керування, оператор натискає кнопки *SB1...SB2* та контролює роботу завантажувальної норії та поршня-заслінки за допомогою *SB7...SB8*. Після заповнення бункера зерном він зупиняє електропривід *M1* завантажувальної норії натиснувши *SB1* і обезживши *KM1*. А за допомогою кнопки *SB7* піднімає до верху поршень – заслінку на рівень зерна у бункері. Процес підготовки бункера до початку сушки зерна завершено.

Для початку сушки зерна оператор натискає кнопку *SB4* і заживлює через кнопку *KM2* електродвигун *M2* приводу центробіжного вентилятора. Вентилятор продуває повітря через зерно, а оператор слідкує за показами вологомірів *B1* та *B2*. Якщо вологість повітря, яке проходить через зерно не зменшується (в бункер подається вологе повітря) оператор натискає кнопку *SB6* і заживлює через кнопку *KM5* електронагрівну систему *EK*. У масу зерна вже буде подаватися лише сухе повітря за рахунок його нагріву, а оператор слідкує за показами вологомірів *B1* та *B2*. При необхідності він відключає нагрівну систему *EK* натиснувши *SB5*. Після закінчення сушки зерна оператор або звільняє бункер від висушеного зерна через вивантажувальний нижній люк або переводить за допомогою *SA2* бункер в режим консервації. При цьому режимі роботи оператор слідкує за температурою зерна по показах датчика – регулятора *SK*, і за допомогою вентилятора та нагрівної системи підтримує цю температуру в нормі.

В автоматичному режимі роботи установки (перемикач *SA1* в “А” – автоматичне) всі функції оператора беруть на себе відповідні технічні засоби автоматики. Коли бункер не завантажений зерном на сушку чи консервацію датчик *SL1* верхнього рівня зерна в бункері замкнутий і пускач *KM1* заживлює електродвигун *M1* приводу завантажувальної норії та контактом *KM1.4* пускач *KM3* приводу поршня – заслінки *M2*, а контактом *KM1.3* унеможливує роботу схеми керування вентиляційної установки.

Йде процес завантаження зерном бункера до встановленого верхнього рівня *SL1* і при його досягненні датчик – реле *SL1* розмикає свій контакт і обезживлює *KM1*, який в свою чергу зупиняє лебідку приводу поршня – заслінки та запускає в роботу систему підтримання мікроклімату в масі зерна (замикається *KM1.3*).

У режимі сушка зерна (положення *SA1*–“С” – сушка) контакт *KM1.3* заживлює програмне реле часу *KT*, яке своїм контактом *KT1*

через замкнутий контакт датчика нижнього рівня *SL2* заживлює магнітний пускач *KM2*, який в свою чергу заживлює своїми силовими контактами електродвигун *M2* приводу центробіжного вентилятора та контактом *KM2.4* підготовлює до роботи коло керування електро-нагрівною секцією *EK*. Вентилятор продуває зовнішнє повітря через зернову масу бункера. Контакт *KT* буде замкнутий 120 с, цього часу достатньо, щоб зовнішнє повітря пройшло зернову масу і вийшовши із бункера попало на датчик вологомір *B2*. Якщо вологість повітря вища ніж 65% то вологість *B2* заживить реле напруги *KM2* і через його контакт *KM2* навіть по виходу 120 с часу вентилятор буде продувати повітря через зерно поки винесення вологості із зерна не стане меншим 65%. Одночасно із вище описаним процесом контролю вологи із зерна проходить контроль вологості повітря яке вноситься в зерно за допомогою датчика – вологоміра *B1*. Якщо зовнішнє повітря, яке подається в бункер вентилятором стане вологим більше 65% то *B1* заживить реле *KVI*, яке своїм контактом *KVI* подасть живлення на магнітний пускач *KM5*. Пускач *KM5* своїми силовими контактами *KM5.1* заживить електронагрівну систему *EK* електрокалорифера. Зовнішнє повітря проходячи через нагрівну систему почне підігріватися і знижувати відносну вологість нижче 64%. Електрокалорифер підігріває зовнішнє повітря на 5...6 °С, що відповідає зниженню вологості зерна на 25...30%. Таким чином проводиться сушка зерна до тих пір поки його вологість не стане нижчою заданої 13...15%. Після закінчення сушки, оператор, переводить бункер в режим зберігання (консервації). При цьому режимі роботи керування системного мікроклімату проводиться по двох параметрах: температурі зерна, яке контролюється датчиком – регулятором *SK* та його вологість зовнішнього повітря вологоміром *B1*.

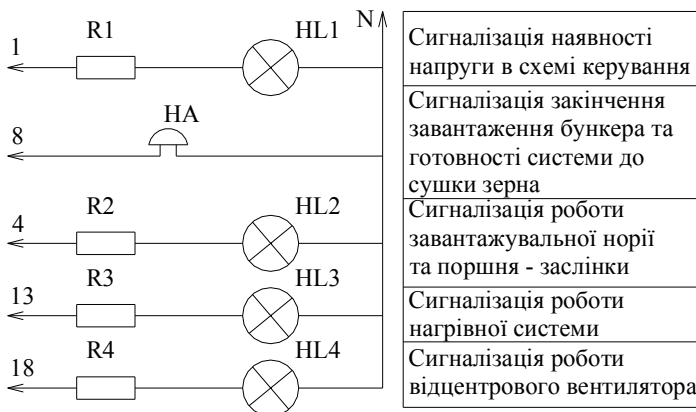


Рис. 4.12. Принципова електрична схема системи автоматичного контролю і роботи БВ-25

Принципова схема регулятора відносної вологості агента сушіння в устаткуванні для активного вентилявання зерна показана на рисунку. 4.13.

Вимірювання вологості зовнішнього повітря здійснюється за допомогою напівпровідникового вологочутливого опору – гігристиора $R_{\text{г}}$. Гігристор зашунтований опором $R_{\text{ш}}$ і включений до мостової схеми електронного моста, плечами якого є резистори $R_1...R_4$, а також опір реохорда R_p . Контакти $SQ1-SQ3$ трипозиційного пристрою моста, що настроюються на задані значення відносної вологості повітря $\varphi_1... \varphi_3$, через проміжні реле $K1-K3$ управляють включенням магнітних пускачів $IEK1-IEK3$ трьох секцій підігрівання повітря в бункерах.

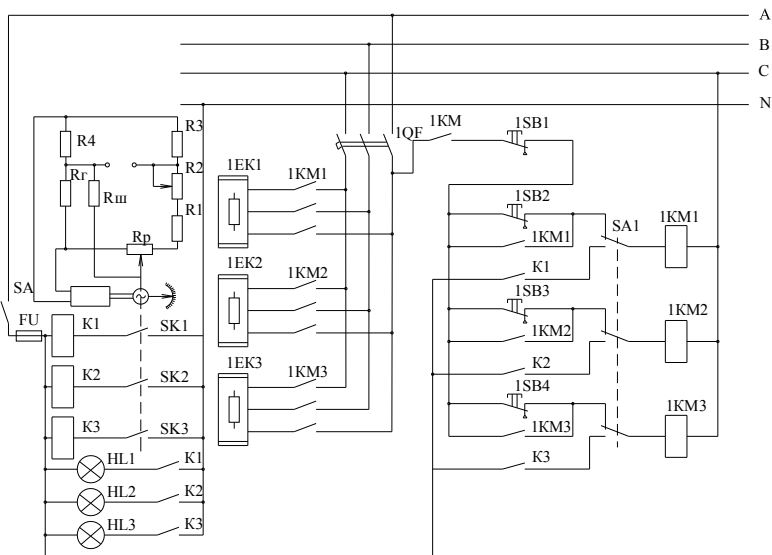


Рис. 4.13. Принципова схема автоматичного регулятора відносної вологості агента сушіння в бункері для активного вентилявання зерна

Принцип дії регулятора такий. При підвищенні відносної вологості зовнішнього повітря до значення φ_1 , замикається контакт $SQ1$ і спрацьовує реле $K1$, яке своїми контактами підключає до мережі живлення контактом $1KM1$ котушку магнітного пускача $1EK1$ першої секції нагрівників. При подальшому підвищенні відносної вологості зовнішнього повітря до φ_2 замикаються контакти $SQ2$ (при φ_3 – замикаються $SQ3$), відповідно спрацьовують контакти $K2$ та $K3$ і підключаються наступні секції нагрівників. При цьому, коли спрацьовують контакти $K1$ та $K3$ загоряються сигнальні лампочки $HL1$ – $HL3$, які показують оператору кількість включених секцій. При зниженні вологості аналогічно відбувається відключення секцій підігрівання повітря.

У схемі передбачене блокування на включення секцій при невиключених вентиляторах, що здійснюється блок-контактами $1KM$, відповідного магнітного пускача двигуна вентилятора. Перемикач $SA1$ призначений для перемикання управління секціями підігрівання з автоматичного на ручний і навпаки. Поточне значення відносної

вологості повітря фіксується стрілкою електронного моста. Ця інформація дозволяє оператору своєчасно включати і відключати регулятор, оскільки він працює лише на пониження вологості.

Питання для самоконтролю

1. Як здійснюється активне вентилювання зерна?
2. Яка шкідливість зберігання волого зерна?
3. Що дає активне вентилювання зерна?
4. Яка загальна будова бункера для активного вентилювання зерна?
5. Що передбачає автоматизація бункерів активного вентилювання зерна?
6. Поясніть роботу бункера активного вентилювання зерна по технологічній схемі.
7. Поясніть роботу бункера активного вентилювання зерна по принциповій електричній схемі.

ТЕСТИ

1. Який пристрій використовується для автоматичного вимикання привода поршня заглушки бункера активного вентилювання зерна?

- A. Кінцеві вимикачі
- B. Датчики рівня
- C. Реле вологості

2. За допомогою принципової електричної схеми бункера активного вентилювання зерна вкажіть, в яких режимах працює установка?

- A. Ручний, автоматичний.
- B. Сушка та консервація.
- C. Ручний, автоматичний, сушка та консервація.

3. За допомогою принципової електричної схеми бункера активного вентилювання зерна вкажіть, який датчик використовується для контролю верхнього і нижнього рівня зерна?

A. Датчики рівня SL2 контролює верхній і SL1 нижній рівень зерна в бункері.

В. Датчики рівня SL1 контролює верхній рівень зерна в бункері.

С. Датчики рівня SL1 контролює верхній і SL2 нижній рівень зерна в бункері.

4. За допомогою принципової електричної схеми бункера активного вентилявання зерна вкажіть, для чого використовуються датчики вологості В1?

А. Для виміру вологості вхідного повітря, при високому за допомогою реле К1 вмикає магнітним пускачем КМ5 нагрівні елементи калорифера ЕК.

В. Для виміру вологості повітря на виході з маси зерна, при наявності вологи за допомогою реле К2 вмикається магнітний пускач КМ2 приводу вентилятора М2

С. Для виміру вологості вхідного повітря, при наявності вологи за допомогою реле К2 вмикається магнітний пускач КМ2 приводу вентилятора М2

5. За допомогою принципової електричної схеми бункера активного вентилявання зерна вкажіть, для чого використовується датчиками вологості В2?

А. Для виміру вологості вхідного повітря, при високому за допомогою реле К1 вмикає магнітним пускачем КМ5 нагрівні елементи калорифера ЕК.

В. Для виміру вологості повітря на виході з маси зерна, при наявності вологи за допомогою реле К2 вмикається магнітний пускач КМ4 приводу вентилятора М2

С. Для виміру вологості повітря на виході з маси зерна, при високому за допомогою реле К1 вмикає магнітним пускачем КМ3 нагрівні елементи калорифера ЕК.

6. За допомогою принципової електричної схеми бункера активного вентилявання зерна вкажіть, для чого використовується реле часу КТ?

А. Реле часу створює затримку часу необхідну для вимикання двигуна М2 вентилятора

В. Реле часу створює затримку часу необхідну для виносу вологи з маси зерна до датчика вологості В2

С. Реле часу створює затримку часу необхідну для виносу вологи з маси зерна до датчика вологості В1

4.4. АВТОМАТИЗАЦІЯ МОБІЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Обсяг автоматизації. До мобільного відносять такі технологічні процеси, що виконуються безупинно пересувними машинами й агрегатами: перевезення вантажів, обробка ґрунту, посів і посадка рослин, догляд за врожаєм і збирання його. Їх виконують автомобілями, тракторами, плугами, культиваторами, сівалками, жниварками, комбайнами і т.п.

Рівень автоматизації мобільних процесів відстає від рівня автоматизації стаціонарних процесів через складність створення систем автоматики для мобільних машин. Незважаючи на складності, на тракторах і сільськогосподарських мобільних машинах широко використовуються такі засоби автоматики:

- прилади для контролю рівня палива, температури води, що охолоджує і гальмової рідини, тиску масла і частоти обертання двигунів внутрішнього згорання;
- регулятори оборотів і потужності, температури охолоджувальної рідини й масла в системі змащення двигунів внутрішнього згорання;
- автоматичні захисні пристрої, що охороняють робочі органи машини від поломок при зустрічі з перешкодами чи обмежувачі зусиль та значення крутного моменту на валу машини;
- автоматичні пристрої для відводу робочих органів від стовбурів дерев, стовпів, куців для машин, що працюють у плодовництві і виноградарстві;
- тягово-зчіпні пристрої для автоматичного приєднання і відокремлення робочих машин від тяглових;
- сигналізатори про заповнення збірних ємностей продуктом чи про забивання робочих органів матеріалом, наприклад для бункерів, шнеків і соломотрясів комбайна;
- автомати для утворення тюків сіна чи соломи в прес-підбирачах, в'язальні апарати жаток сніповязалок, що пресують механізми рулонних прес-підбирачів.

Робота більшості з перерахованих пристроїв заснована на механічних чи гідромеханічних принципах із приводом від вала відбору потужності. Багато пристроїв зв'язані з технологічним рухом робочих органів і коліс агрегату.

З появою сучасних напівпровідникових засобів електроніки і мікропроцесорної техніки на мобільних машинах і агрегатах стали

використовувати електричні засоби автоматики в сполученні з гідравлічними виконавчими механізмами для виміру, контролю і керування.

Розроблено і впроваджується ряд САУ, призначених для:

- водіння тракторів при оранці, посіві і посадці рослин;
- підтримки сталості глибини оранки;
- орієнтування трактора і робочих органів сівалки і культиватора при посіві і міжрядному обробітку просапних культур, виноградників;
- водіння зернозбирального комбайна по краю нескошеної хлібної маси при скошуванні врожаю чи по валяннях скошеної хлібної маси при її обмолоті;
- регулювання висоти зрізу хлібної маси чи трави при збиранні;
- дотримання рівномірності висіву насіння з сівалок чи посадки розсади посадковою машиною;
- регулювання завантаження молотильних апаратів і силосозбиральних агрегатів;
- вирівнювання сільськогосподарських машин і їхніх робочих органів, що працюють на схилах.

Таким чином, мобільні машини й агрегати оснащуються засобами і системами автоматики для керування траєкторією і швидкістю руху, завантаженням робочих органів і глибиною обробки ґрунту, шириною захоплення і висотою зрізу, координатами положення робочих органів і оброблюваного матеріалу, рівномірністю висіву і подачі оброблюваного продукту в машину.

При досягненні граничних значень контрольованих параметрів чи при виникненні аварійних режимів засоби автоматики попереджають персонал або припиняють технологічний процес.

Розглянемо тільки принципи автоматизації основних технологічних процесів, що виконуються мобільною технікою. Більш детально з автоматизацією перерахованих процесів можна ознайомитися по спеціальній літературі.

Системи автоматичного водіння тракторів призначені для полегшення роботи тракториста, а в перспективі – для створення можливості одному трактористу одночасно керувати декількома тракторами, а потім для повної заміни тракториста автоматом керування рухом трактора. Звичайно тракторист, особливо при роботі на підвищених швидкостях, швидко утомлюється і не звертає уваги на малі порушення агротехнічних вимог виконання технологічного процесу, що в цілому приводить до зниження врожайності.

Розробкою пристроїв для водіння трактора інженери займаються з моменту створення перших тракторів. У Росії вперше в 1911 році О. Конджером і В. Корбеттой був запропонований “автоматично діюче кермо для орних тракторів”. Найбільший розвиток одержали роботи з автоводіння тракторів в останні два десятиліття.

Для створення систем автоводіння виявилось доцільним роботу трактора розбити на три етапи: виїзд у поле і повернення в господарство, рух по робочій довжині гону, повороти наприкінці гону для заїзду на новий гін.

Дотепер не розроблені системи для автоматичного водіння тракторів на всіх трьох етапах і немає доцільності в цьому. Найбільший етап за витратами часу й обсягом робіт, що виконуються, зв’язаний з перебуванням трактора на гоні, тому було запропоновано кілька методів автоводіння трактора під час його роботи.

Метод копіювання може бути використаний на більшості видів польових робіт: оранці, сівбі, культивуванні, збиранні, тобто тоді, коли агрегат повинний проходити щораз той самий шлях по рівновіддалених один від одного траєкторіях. Перший гін прокладається трактористом при ручному керуванні трактором, а потім по борозні чи від спеціально створеної маркером борозні. Копір рухається закріплений перед трактором, і видає сигнали на зміну траєкторії руху трактора відповідно до напрямку борозни.

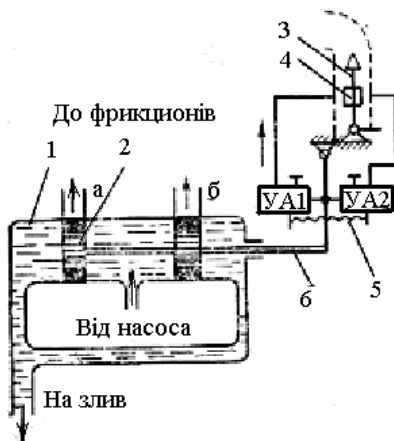


Рис. 4.14. Схема пристрою для водіння трактора по копіру

Принцип дії системи автоводіння по копіру показано на рисунку 4.14. Копір 3 при русі трактора сковзає по дну борозни. Якщо копір відхиляється, наприклад, уліво, то замикається лівий контакт 4 і спрацьовує електромагніт *УА1*, що живиться від акумуляторної батареї трактора. При цьому важіль 6 пересуває поршні 2 золотники 1 теж уліво, і відкриваються його вікна а і б. Масло під тиском, створюваним гідронасосом, надходить через вікно а до лівого силового гідроциліндра, що відключає лівий фрикціон. Унаслідок цей трактор починає повертатися вліво до розмикання контактів 4, електромагніт *УА1* відключається, і пружиною 5 поршні 2 золотники 1 повертаються у вихідне положення, при якому лівий і правий фрикціони трактора включені. При відхиленні копіра вправо спрацьовує електромагніт *УА3*, і тиск масла через вікно б діє на органи керування поворотом трактора вправо.

Метод копіювання простий за принципом дії, але має ряд недоліків: накопичується статична помилка керування, унаслідок цього після декількох проходів сильно викривляється маршрут руху, і тому зростають витрати енергії на безупинні повороти трактора. Крім того, копір при наїзді на місцеві перешкоди вискакує з борозни, і трактор здобуває довільний рух.

У методі програмного автоводіння траєкторія руху задається спеціальним програмним пристроєм.

Технічно здійснити програмне автоводіння дуже складно через необхідність мати високу точність дотримання траєкторії руху. Наприклад, на гоні довжиною 500 м погрішність роботи програмних пристроїв на оранці повинна бути не більше 0,02% (10 см. відхилення), а при квадратно-гніздовій посадці – 0,004% (2 см), що практично недосяжно.

Отже, програмне водіння може бути тільки в комбінації з копіюванням: на довжині гону трактором керують від пристрою, що копіює, а на поворотах від програмного.

При дистанційному керуванні оператор керує одним чи декількома агрегатами по провідних лініях зв'язку чи радіозв'язку. Практично використовувалося дублерне водіння трактора: тракторист, крім свого трактора, керує по каналі зв'язку сусіднім. Хоча цей метод скорочує число трактористів, але ускладнює їхню роботу з одночасного керування двома тракторами.

Методи, що використовують природні і штучні орієнтири, найбільш зручні при строго заданих маршрутах руху – при виїзді тракторів з господарства на польові стани, в поверненні, вивезенні

гнутою від ферм, доставці кормів, обробці просапних культур, садів і виноградників.

Як природні орієнтири використовують рядки рослин, краї хлібостою, валки скошеної маси, шпалерний дріт на виноградниках, магнітне поле землі і навіть планети і зірки, як при навігаційному керуванні літаками і кораблями. Штучні орієнтири спеціально створюють на оброблюваних полях, прокладають кабелі, організовують місцеві радіополя, роблять мітки з добрив тощо. Найбільше повно випробуваний метод водіння по електромагнітному полю, створюваному проводами. Для цього прокладають під ґрунтом провід і по них пропускають високочастотні струми (десятки кГц), що навколо проводу створюють електромагнітне поле, сприймане спеціальними датчиками, установленими на тракторах.

Провід закладають на глибину до 0,7 м уздовж гону на відстані подвійної ширини захоплення робочої машини, на кінцях гону прокладають поперек окремий провід з електромагнітним полем іншої частоти, що служить сигналом для розвертання трактора на 180° (при човниковій обробці поля).

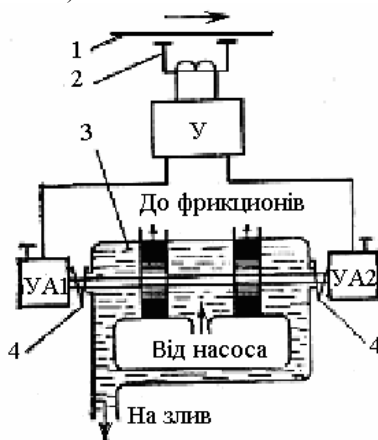


Рис. 4.15. Схема пристрою для водіння трактора по дроті

На рисунку 4.15 показано принцип автоводіння трактора по дроту. Система автоматичного водіння створена так, що витримує визначену відстань датчика 2 від дроту 1. При зміні цієї відстані сигнал від датчика в залежності від знака відхилення надходить через підсилювач У на електромагніти UA1 чи UA2 гідралінійні золотники 3.

Золотник керує гідроциліндрами бічних фрикціонів трактора аналогічно схемі (рис. 4.14). При усуненні зазначеного відхилення поршні золотника 3 (рис. 4.15) займають вихідне положення під дією пружин 4. Через складність систем керування і ряду інших причин автоводіння поки не знайшло широкого застосування.

Системи керування робочими органами культиваторів при обробці просапних культур, бурякозбиральних комбайнів і інших машин працюють аналогічним чином. Автоматичне керування траєкторією руху сошників культиватора виключає помилкове зрізання культурних рослин. При ручному керуванні культиватором для видалення бур'янів недосвідчений тракторист може підрізати до 40% культурних рослин.

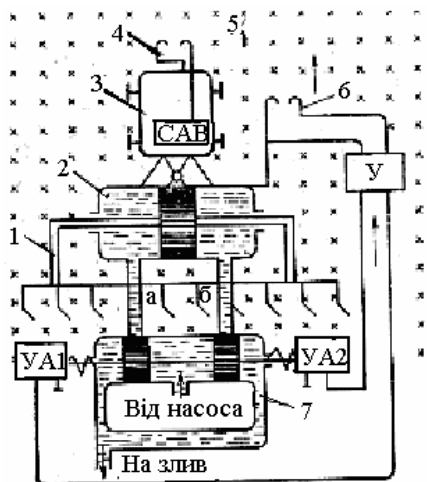


Рис. 4.16. Схема пристрою для керування культиватором

У подібних системах автоводіння використовують оптичні датчики чи електроконтактні щупи – дровові електроди 4 і 6 (рис. 4.16). Електроди 4 використовуються в системі автоводіння (САВ) трактора 3. Електроди 6 закріплюються на культиваторі на висоті, що відповідає висоті оброблюваної культури. При відхиленні корпусу культиватора 1 електроди стикаються з культурними рослинами в рядку 5 і утворюють замкнутий електричний ланцюг через рослину, землю і робочу машину. Оскільки через великий опір (від 1 до 25 МОм)

цього ланцюга струм складає частки мікроампера, то використовується підсилювач У. З підсилювача сигнал надходить на електромагніт УА1 чи УА2 у залежності від знака відхилення культиватора. Електромагніти переставляють поршні золотника 7 і відкривають вікна а і б. Масло під тиском надходить в одну порожнину силового циліндра 2 і пересуває його поршень, з'єднаний з рамою культиватора, у зворотному напрямку доти, поки не розірветься ланцюг електрод – рослина. З другої порожнини циліндра масло повертається в гідросистему.

Автоматичні системи керування глибиною оранки призначені для контролю і стабілізації глибини оранки причіпними і начіпними плугами.

Серед багатьох запропонованих методів керування глибиною практичного використання були доведені силовий, висотний і комбінований способи.

Силовий спосіб заснований на тім, що тяговий опір плуга пропорційно глибині оранки. При збільшенні чи зменшенні тягового опору спеціальна пружина, установлена між трактором і плугом, стискується чи розтискується і переміщає поршень керуючого золотника. Унаслідок цього за допомогою силового гідроциліндра відбувається виглибнення чи заглибнення лемешів плуга до заданої величини стискального зусилля. Одночасно цей спосіб дозволяє стабілізувати навантаження трактора і тримати її в межах економічної роботи трактора.

Однак силовий спосіб задовільно працює тільки на однорідних ґрунтах при постійній швидкості руху трактора, тобто коли стискальне зусилля залежить тільки від глибини ходу лемеша.

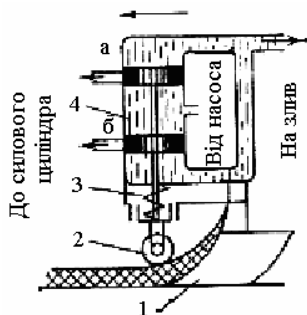


Рис. 4.17. Схема пристрою для керування глибиною оранки

Для неоднорідних ґрунтів був запропонований висотний спосіб (рис. 4.17). Перед лемешем 1 плуга встановлюється спеціальне опорне колесо 2, яке є датчиком глибини, а органом, що задає і порівнює, є пружина 3. При зміні глибини оранки відбувається відкриття вікон *a* та *б* золотника 4.

Через відкриті вікна масло під тиском надходить у силовий циліндр, що регулює висоту плуга, відновлюючи глибину оранки.

Недолік висотного способу – стабілізація глибини оранки тільки того лемеша, перед яким встановлюється опорне колесо. Застосовують також комбінований спосіб, що поєднує пристрої силового і висотного способів керування. Розробляються інші способи регулювання глибини оранки.

Автоматичне керування висотою зрізу кормових трав, кукурудзи й іншої зеленої маси на корм худобі застосовують на силосозбиральних комбайнах і сінокосарках. Висота зрізу повинна бути мінімально припустимою, що підвищує збір кормів з полів і луків.

Для цього використовують полозковий щуп (рис. 4.18), що копіює рельєф поля. Щуп 2 до поверхні поля притискається пружиною 3. Якщо висота зрізу відповідає заданій, то вікна *a* і *б* золотника 5 закриті, а поршень силового циліндра 6 і апарат, що ріже, 1, жорстко скріплені з поршнем, знаходяться на постійній висоті від поверхні поля. При зміні рельєфу поля полозковий датчик 2 відкриває вікна *a* і *б* золотника 5, і за допомогою силового гідроциліндра 6 відбувається відновлення заданої висоти апарата, що ріже, 7. При цьому вікна золотника закриваються, оскільки щуп повертається у вихідне положення. Запобіжний пристрій 4 запобігає поломки золотника при наїзді полозкового щупа на перешкоду.

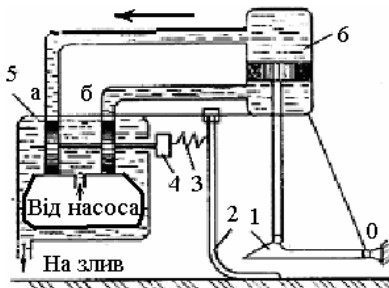


Рис. 4.18. Схема пристрою для керування висотою зрізу

Автоматичне керування вирівнюванням кістяка зернозбирального комбайна при роботі на схилах дозволяє зберігати паралельність кістяка комбайна поверхні ґрунту і горизонтальність положення молотильного барабана й очисних пристроїв. Вручну ці операції виконувати дуже складно, тому що кут нахилу поверхні горбкуватої і гірської місцевості міняється безупинно.

При роботі комбайна без системи автоматичного керування кістяком на поперечних схилах з кутом ухилу більш 8° маса, що переробляється, збирається на похилій стороні комбайна, унаслідок цього порушується технологічний процес обмолоту зерна: збільшується до 20...30% невимолот, до 30% – пошкоджуваність зерна і має місце забивання молотильних барабанів хлібною масою. Для вирівнювання корпусу гірського комбайна встановлюють на паралелограмній ходовій частині 4 (рис. 4.19) і комбайн обладнують гідросистемою керування. При нахилі корпусу 1 комбайна, наприклад, вліво вантажний маятник 3 також відхиляється вліво і відкриває вікна *a* і *б* золотника 6. Масло під тиском надходить у вікно *a* і діє на поршень силового гідроциліндра 5. Оскільки цей поршень закріплений жорстко з ходовою частиною комбайна, то повертається кістяк комбайна по годинній стрілці відповідно осі його кріплення. Коли корпус займає горизонтальне положення, поршні золотника під дією маятника перекривають вікна золотника і жорстко фіксують положення гідроциліндра. Пристрої, що демпфують, 2 призначені для виключення помилкових спрацьовувань системи при поштовхах і короткочасному відхиленні кістяка від горизонтального положення.

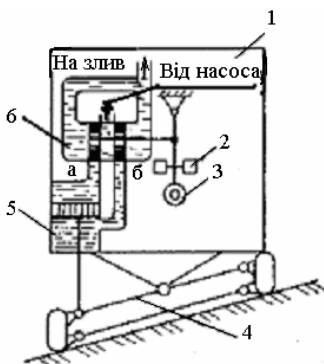


Рис. 4.19. Схема пристрою для вирівнювання кістяка комбайна

Автоматичне керування оптимальним завантаженням молотарки зернозбирального комбайна здійснюється регулюванням швидкості пересування комбайна за допомогою зміни передаточного числа варіатора 2, що передає обертаючий момент від вала двигуна 1 комбайна на привод коліс 3 (рис. 4.20).

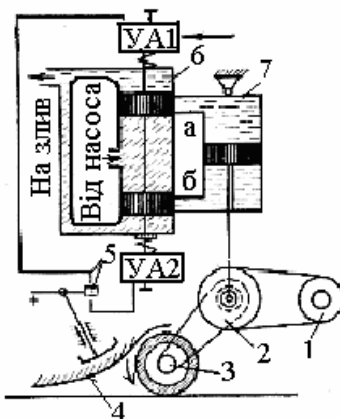


Рис. 4.20. Схема пристрою для керування завантаженням комбайна

Наприклад, при збільшенні товщини хлібної маси на кістяку 4 полозковий датчик товщини маси замикає верхні контакти 5, і включається електромагніт УА1, що пересуває поршень золотника і відкриває вікна а і б. Масло під тиском через вікно а надходить у гідроциліндр 7 і пересуває поршень силового циліндра вниз. У результаті цього у варіатора 2 збільшується передаточне число, комбайн знижує швидкість руху, і, отже, зменшується подача хлібної маси в молотильний барабан. При цьому розмикаються контакти 5, а поршні золотника б під дією пружини закривають вікна а і б.

Є також інші схеми регулювання завантаження молотильного барабана, наприклад, по виміру крутного моменту на його валу, а також по вимірі товщини хлібної маси під ланцюгами похилого транспортера жнивarki. САУ завантаженням молотильного барабана забезпечує зменшення втрат зерна і краща якість обмолоту.

Автоматичний пристрій для керування фрезою використовується при обробці пристовбурних смуг у садах для відводу фрези від стовбурів дерев чи кущів. Відвід фрези 1 здійснює силовий гідроциліндр 2 при зіткненні щупа 8 з деревом чи кущем 7 (рис. 4.21).

Щуп повертається по годинній стрілці і замикає контакти 5. У результаті цього спрацьовує електромагніт УА 2, що відкриває вікна *а* і *б* золотника 3. Масло під тиском надходить через вікна у верхню порожнину циліндра 2 і штоком поршня повертає фрезу 1 по годинній стрілці доти, поки не розімкнеться в крайньому положенні кінцевий вимикач 10 і замкнеться 9.

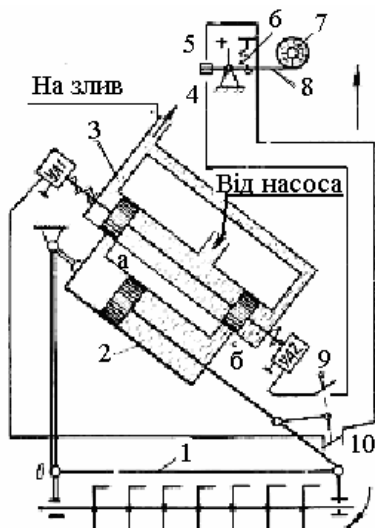


Рис. 4.21. Схема пристрою для керування фрезою в садах

При цьому електромагніт УА1 відключається, і вікна золотника 3 закриваються поршнями під дією пружин, фіксуючи фрезу у відведеному стані. Після обходу фрезою перешкоди щуп 8 під дією пружини 6 повертається у вихідний стан і замикає контакти 4, що приводить до спрацьовування електромагніта УА3 і відкриттю вікон *а* і *б* золотника. При цьому масло надходить через вікно *б* у нижню порожнину гідроциліндра 2, а фреза займає робоче положення, при якому розмикається кінцевий вимикач 9 і вікна золотника перекриваються його поршнями.

В умовах паливно-енергетичної кризи перспективним є застосування електропривода мотоблоків, що використовуються на присадибних ділянках та у фермерських господарствах. Інтенсивний пошук оптимальних рішень у цьому напрямі ведеться в науково-дослідних установах України.

Широке впровадження на зернотоках одержали самопересувні машини для післязбиральної обробки зерна: зернозавантажувачі, протравлювачі, зерноочисні машини. Електроенергію до них підводять гнучким кабелем, прокладеним по поверхні току.

Насінносочисна машина СМ-4 призначена для вторинного очищення зерна і сортування насіння різних культур. Робочі органи машини – завантажувальний скребковий транспортер із шнековими живильниками, два вентилятори, решітний стан, двопотокова норія, трієрний блок і механізм самопересування – приводяться в рух від двох асинхронних електродвигунів.

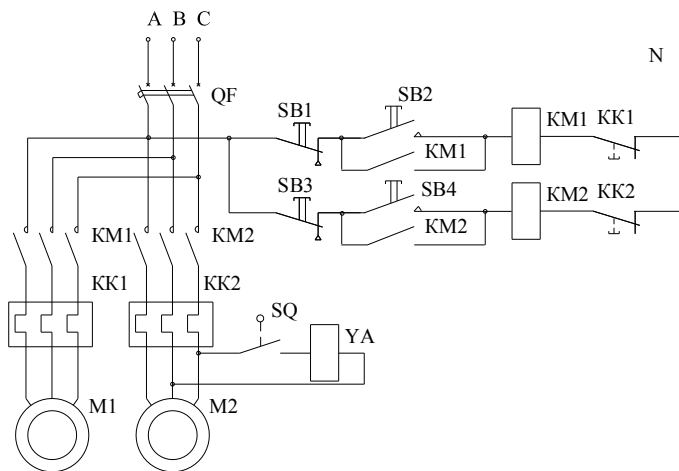


Рис. 4.22. Принципова електрична схема керування насінносочисною машиною СМ-4

Механізмом самопересування машина переміщується вздовж бурта при роботі та від бурта до бурта без допоміжних транспортних засобів. Механізм самопересування складається з храпового механізму, відкритого циліндричного редуктора, ланцюгових передач на ходові колеса і вала керування кулачковими муфтами.

При роботі машини обертовий момент від електродвигуна *М* на ходові колеса передається через храповий механізм 5, машина рухається на малій швидкості. Для переїзду від одного робочого місця до іншого з більшою швидкістю замикають півмуфту 11.

Електродвигуни привода робочих органів машини вмикають натисканням кнопок *SB2* і *SB4* (рис. 4.22). Для захисту від коротких замикань встановлено автоматичний вимикач *QF*. Захист електродвигунів від перевантажень здійснюють теплові реле *KK1* і *KK2*.

Ступінь завантаження машини регулюється автоматично шляхом вмикання і вимикання механізму самопересування. Для цього живильний пристрій, що складається з розподільного шнека 1 (рис. 4.23), рухомої перегородки 2 і підпружиненого клапана-живильника 3, обладнано вмикаючим упором 8 і кінцевим вимикачем 4. При переповненні кожуха розподільного шнека клапан 3 відтискується зерном, що подається на очищення, і через упор 8 діє на кінцевий вимикач 4 (рис. 4.23). Останній вмикає електромагніт 5 (рис. 4.23), встановлений на механізмі самопересування, який піднімає заскочку 6 храпового колеса 7. Механізм самопересування вмикається, і подача зерна на очищення зменшується.

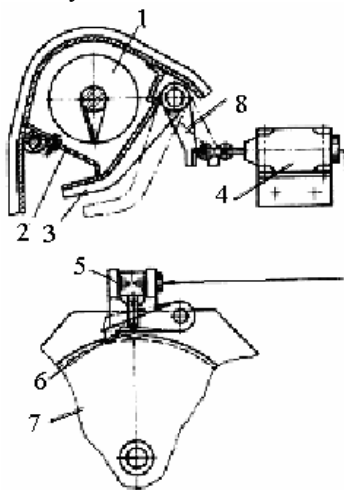


Рис. 4.23. Схема регулятора завантаження насінноочисної машини СМ-4:

1 – розподільний шнек; 2 – рухома перегородка; 3 – клапан-живильник;
4 – кінцевий вимикач; 5 – електромагніт; 6 – заскочка; 7 – храпове колесо;
8 – упор

Широко застосовується метод контролю завантаження робочих органів збиральних машин, який ґрунтується на контролі частоти обертання робочих валів. При перевантаженні будь-якого органу

машини його вал зменшує частоту обертання. На індикації частоти обертання і створюються системи контролю завантаження робочих органів сільськогосподарських машин.

Останнім часом розроблений і виготовляється цілий клас таких систем. Крім контролю частоти обертання, вони контролюють втрати продукції, рівень її в бункерах тощо.

Розглянемо конструкцію та роботу такої системи контролю на прикладі УСАК-13. Система призначена для автоматичного контролю частоти обертання 13 робочих органів самохідної коренезбиральної машини КС-6 та подачі світлової та звукової сигналізації при зниженні частоти обертання у тому чи іншому вузлі з визначенням його місце знаходження. За допомогою сигнальних ламп контролюють приводи копачів (з 1 по 6 датчик), шнеку (датчик 7), бітерів копачів (датчик 8), передавального вала (датчик 9), поздовжнього транспортера (датчик 10), завантажувального елеватора (датчик 11), стрічкового транспортера (датчик 12), грудкоподрібнювача (датчик 13). Система УСАК-13 складається з 14 датчиків (один запасний), блока управління, а також 14 кабелів для під'єднання датчиків до блока.

Блок управління призначений для сприймання сигналів від датчиків, їх аналізу та формування сигналу на індикаторах. До блока приєднують всі елементи і вузли системи. На його передній панелі розміщені клеми для підключення живлення від електрообладнання комбайна, клема підключення звукового сигналу, штепсельний роз'єм «Індикатор» для підключення індикатора та «Датчик» – датчиків, перемикач «К-І» – для перевірки справності системи, два запобіжники: «2А» – для кола живлення і «5А» – для кола звукового сигналу. Зверху блока знаходиться кришка, яка закриває місце перемикача «Датчик» для встановлення кількості підключених до системи датчиків, і перемикач «Оберти», за допомогою якого встановлюють режим роботи системи контролю.

Індикатор системи призначений для розміщення органів управління та індикаторів візуальної сигналізації аварійного стану вузлів, які підлягають контролю.

Індикатор виконаний у вигляді малогабаритного блока. На його передній панелі встановлені вимикачі живлення системи «ВКЛ» та звукового сигналу «ГУДОК», індикаторна лампа наявності живлення та 13 сигнальних ламп. На задній панелі змонтоване штепсельне розняття для підключення кабелю від блоку управління.

Датчик системи здійснює перетворення механічного руху обертання у послідовність електричних імпульсів. Це електромагніт з

двома обмотками, розміщеними у сталюму циліндричному корпусі, і магнітним шунтом на валу, який контролюють. Одну з обмоток використовують для створення електромагніту, а другу електричних сигналів. У корпусі датчика знаходиться фланець для встановлення датчика на вузлі. Перетворення механічного руху в електричні сигнали здійснюється за допомогою магнітних шунтів, виконаних з урахуванням конструкції й частоти обертання робочих валів.

На рис 4.24. зображена електрична схема системи контролю, яка складається з конденсатора C , електронного ключа K і порогового елемента HL . Зарядження конденсатора здійснюється за рахунок постійної напруги $U_{ж}$ на резисторі R . Електронний ключ спрацьовує в такт з імпульсом, який надходить від датчика. Пороговий елемент спрацьовує, якщо напруга на конденсаторі досягає граничного значення $U_{сп}$. Для реалізації порогового елемента використовують тиратрони типу MXT-80 в діодному підключенні або світлодіоди.

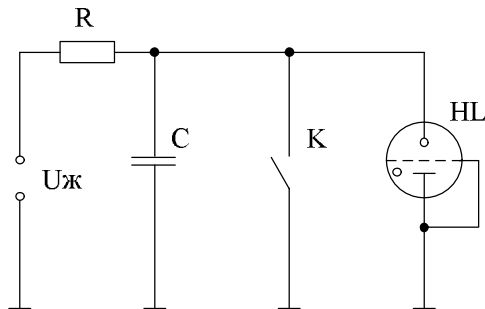


Рис. 4.24. Спрощена принципова схема обладнання контролю УСАК:
 C – конденсатор; K – електронний ключ; R – резистор; HL – тиратрон

Принцип дії системи такий. Імпульси від датчика надходять на електронний ключ K , замикають його і в цей час через ключ розряджається конденсатор C . Заряджається він при розімкненому K до напруги $U_{сп}$ за час $T_{сп}$. Якщо період між двома імпульсами менший за $T_{сп}$, то конденсатор не встигає зарядитись до напруги $U_{сп}$ і пороговий елемент не спрацьовує. При зниженні частоти обертання робочого вала під дією перевантаження імпульси від датчика будуть надходити через більший проміжок часу. Якщо період буде більший $T_{сп}$, напруга на конденсаторі C встигає досягти $U_{сп}$, що призведе до спрацювання порогового елемента. При цьому конденсатор буде

розряджатись через тиратрон *HL*. Світлова індикація проявляється у вигляді періодів загорання тиратрона.

Ключ *K* складається з двох каскадів, виконаних на транзисторах *VT1* та *VT2* (рис. 4.25). Перший каскад підсилює імпульси, які надходять від датчика, до рівня спрацювання другого каскаду. При відкриванні транзистора *VT2* через нього розряджається конденсатор *C*.

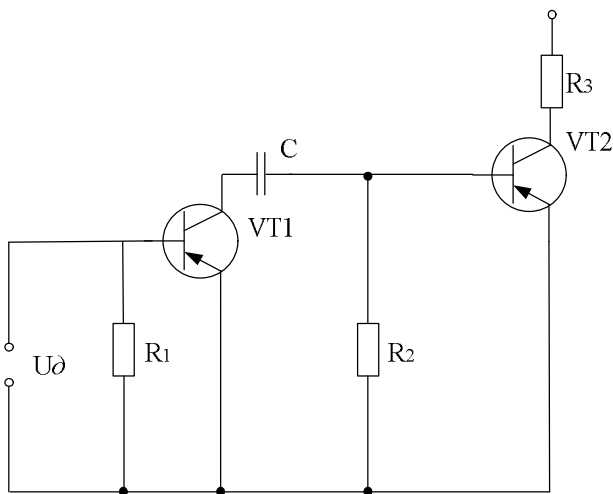


Рис. 4.25. Принципова електрична схема електронного ключа обладнання контролю УСАК: $R1...R3$ – резистори; C – конденсатор; $VT1$, $VT2$ – транзистори; U_{δ} – сигнал від датчика

Для перевірки стану основних блоків УСАК у процесі роботи застосовують блок самоконтролю, який складається з генератора, що виробляє імпульси з частотою вищою ніж частота імпульсів від датчиків. При подачі напруги з такою частотою на виході всіх каналів повинні з'явитись сигнали “відсутність відхилень”, що свідчить про нормальну роботу системи.

Важливими системами контролю за правильним виконанням технологічних операцій є системи контролю висіву: “КЕДР”, УСК, ХА та ін. У сівалках часто порушується нормальна робота механізмів: забиваються ґрунтом сошники, потрапляють сторонні предмети у висівні апарати тощо. Всі ці недоліки призводять до нерівномірності висівання зерна, що істотно знижує врожайність. Контроль за роботою

сівалок дозволяє водію приділяти основну увагу водінню агрегату, забезпечуючи прямолінійність рядків та задане стикування міжрядь.

Систему “КЕДР” встановлюють на сівалках СУПН. Живиться вона від бортової електричної мережі трактора, з яким агрегується сівалка, і складається з восьми датчиків контролю висіву насіння та двох – рівня насіння, блоків підсилювання та індикації і з’єднувальних кабелів. Датчики контролю висіву насіння – це П-подібний корпус, де знаходяться освітлювальна лампа, фотодатчик та електричний підсилювач (рис. 4.26). При подачі живлення лампа *HL* освітлює фотодіод *BL*, який є чутливим елементом. Насіння, яке висівається, перетинає світловий промінь між лампою та фотодіодом, що спричиняє зміну фотоструму. Фотодіод через конденсатор *C1*, підключений до двокаскадного транзисторного підсилювача (транзистори *VT1* і *VT2*). При зміні фотоструму на виході підсилювача виникають електричні імпульси.

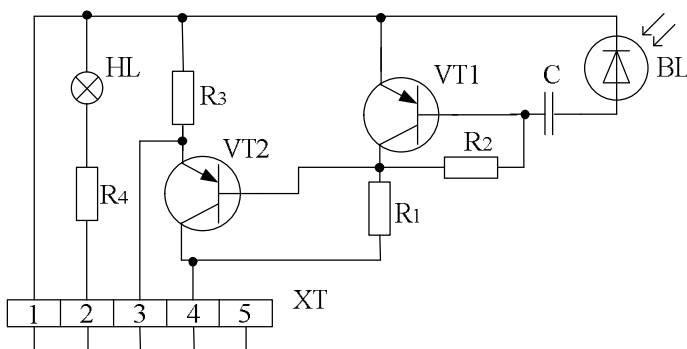


Рис. 4.26. Принципова схема датчика контролю висіву насіння системи “КЕДР”:

BL – фотодіод; *VT1* і *VT2* – транзистори; *R1*...*R4* – резистори, *C* – конденсатор; *hl* – лампа; *XT* – роз’язття

Датчик контролю наявності зерна в бункері (рис. 4.27) теж має П-подібний корпус, де знаходяться лампа, фото- та баластний резистори. При подачі напруги живлення лампа *HL* освітлює фоторезистор *BL*. У цьому випадку його опір становить десятки кілоом і струм на виході фоторезистора є сигналом датчика рівня про відсутність зерна у бункері. Якщо фоторезистор знаходиться в шарі

насіння, то його опір досягає десятків мегаом і на виході сигнал відсутній.

Сигнали від датчиків надходять у блок підсилювачів, до якого підключаються датчики та пульт управління. Крім підсилювачів, у блоці знаходиться дешифратор – діодна матриця, що складається з восьми груп діодів. За її допомогою вихідні сигнали з кожного підсилювача перетворюються у сигнали для появи відповідної цифри на пульті управління і вмикання звукового сигналу.

Пульт управління є металевим корпусом, в середині якого на друкованій платі змонтовані генератори світлових та звукових імпульсів, підсилювачі та засоби індикації. На лицьовій панелі розміщені декоративна решітка головки гучномовця, індикатори “Вмик” та “Рівень”, тумблер вмикання живлення, цифрове табло номера місця відмови, кнопка вмикання режиму “Перевірка”.

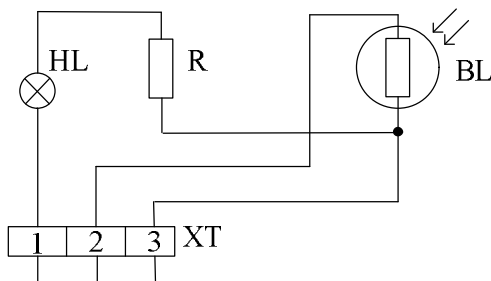


Рис. 4.27. Принципова схема датчика контролю наявності зерна в бункерах системи “КЕДР”:

HL – лампа; BL – фоторезистор; R – резистор; XT – роз'єднання

Аналізуючи досвід розвитку автоматизації процесів у рільництві за кордоном та в Україні, можна зробити висновок, що в основному рівень автоматизації мобільних агрегатів буде підвищуватись шляхом удосконалення існуючих систем автоматичного контролю і захисту, розробки систем автоматичного управління на новій елементній базі, створення нових систем на збиральних машинах, які зможуть визначати якість збирання врожаю.

Сучасні системи автоматичного контролю та захисту удосконалюються за рахунок збільшення інформації про технологічний процес, підвищення надійності роботи систем, їх уніфікації та універсалізації.

Спеціалізовані системи автоматичного контролю виконують на різних агрегатах майже однакові функції, а відрізняються технічними рішеннями та елементною базою. Універсальні системи позбавлені цих недоліків.

Сучасні системи автоматичного управління мобільними агрегатами розробляються з урахуванням нового обладнання, за допомогою якого можливе управління всіма процесами. Так один управляючий пристрій може керувати водінням агрегату, роботою двигуна і правильним виконанням технологічних операцій. Таким пристроєм може бути тільки бортова електронно-обчислювальна машина (БЕОМ). Вже зараз розробляються та проходять випробування універсальні управляючі пристрої на основі мікро-ЕОМ, які керують процесами підготовки ґрунту, висіву, догляду за рослинами та збирання врожаю. При цьому до одного і того ж управляючого пристрою під'єднують нові пристрої для подання інформації про параметри того чи іншого технологічного процесу.

Ефективним напрямком удосконалення управління збиральних машин є оснащення їх пристроями, які можуть розпізнавати збирану продукцію. Останнім часом створено обладнання для відокремлення картоплі від грудок та каміння з використанням рентгенівських променів. Розробляють системи, які відрізняють достиглий салат від недостиглого на основі жорстких гама-променів. За допомогою довгохвильового електромагнітного випромінювання роблять спроби розпізнати колір овочевих культур.

Питання для самоконтролю

1. Які технологічні процеси відносять до мобільних?
2. Які засоби автоматики використовують в сільськогосподарських мобільних машинах?
3. Для чого оснащуються мобільні машини й агрегати засобами і системами автоматики?
4. Як здійснюється автоматичне водіння трактора методом копіювання?
5. Як здійснюється автоматичне водіння трактора методом дистанційного керування?
6. Як здійснюються способи автоматичної системи керування глибиною оранки?
7. Як здійснюється автоматичне керування висотою зрізу кормових трав, кукурудзи та іншої зеленої маси?

-
-
8. Як здійснюється автоматичне керування оптимальним завантаженням молотарки зернозбирального комбайна?
 9. Які пристрої використовуються для автоматичного вмикання і вимикання механізму самопересування насіннєочисної машини СМ-4?
 10. Для чого призначена системи контролю УСАК-13?
 11. З чого складається система “КЕДР”, що встановлюють на сівалках СУПН?
 12. Як працює датчик контролю висіву насіння системи “КЕДР”?
 13. Які перспективи автоматизації мобільних агрегатів?
 14. Що може виконувати бортова електронно-обчислювальна машина (БЕОМ)?

ТЕСТИ

1. Що виконують засоби автоматики при досягненні граничних значень контрольованих параметрів?

- А. При виникненні аварійних режимів засоби автоматики припиняють технологічний процес.
- В. При виникненні аварійних режимів засоби автоматики попереджають персонал
- С. При виникненні аварійних режимів засоби автоматики попереджають персонал або припиняють технологічний процес.

2. Для чого призначені системи автоматичного водіння тракторів?

- А. Для полегшення роботи тракториста та створення можливості одному трактористу одночасно керувати декількома тракторами.
- В. Для полегшення роботи тракториста та повної заміни тракториста автоматом керування рухом трактора.
- С. Для полегшення роботи тракториста та створення можливості одному трактористу одночасно керувати декількома тракторами, а потім для повної заміни тракториста автоматом керування рухом трактора.

3. Які пристрої використовують в системах автоводіння?

- А. Використовують оптичні датчики.
- В. Використовують оптичні датчики чи електроконтактні шупи – дровові електроди.
- С. Використовують електроконтактні шупи – дровові електроди.

4. Для чого призначені автоматичні системи керування глибиною оранки?

А. Для контролю і стабілізації глибини оранки причіпними і начіпними плугами.

В. Для контролю глибини оранки причіпними плугами.

С. Для стабілізації глибини оранки начіпними плугами.

5. Як здійснюється автоматичне керування фрезою в садах?

А. Відвід фрези здійснює силовий гідроциліндр при зіткненні щупа з деревом чи кущем.

В. Відвід фрези здійснює силовий гідроциліндр.

С. Відвід фрези здійснює силовий гідроциліндр при зіткненні щупа з деревом.

6. Для чого призначена насінноочисна машина СМ-4?

А. Для сортування насіння різних культур.

В. Для вторинного очищення зерна і сортування насіння різних культур.

С. Для вторинного очищення зерна.

7. З чого складається система УСАК-13?

А. З 14 датчиків (один запасний), блока управління.

В. З 14 датчиків (один запасний), блока управління, а також 14 кабелів для під'єднання датчиків до блока.

С. З 14 кабелів для під'єднання датчиків до блока.

8. Для чого призначений блок управління система УСАК-13?

А. Для розміщення органів управління та індикаторів візуальної сигналізації аварійного стану вузлів, які підлягають контролю.

В. Для аналізу та формування сигналу на індикаторах.

С. Для сприймання сигналів від датчиків, їх аналізу та формування сигналу на індикаторах.

5. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАХИЩЕНОМУ ҐРУНТІ

5.1. АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБІГРІВАННЯ ПАРНИКІВ ТА ТЕПЛИЦЬ

5.1.1. Види споруд закритого ґрунту

Споруди закритого ґрунту поділяються на утеплений ґрунт, парники і теплиці.

Утеплений ґрунт – це земельні ділянки, що можуть обігріватися чи не обігріватися, призначені для вирощування розсади і ранніх овочів.

Ґрунт, що не обігрівается, має малогабаритні плівкові покриття або переносні покриття з матів, ряднини, плівок, які використовуються для захисту городини вночі чи в період різких похолодань. Єдиним джерелом тепла є сонячна енергія.

Для ґрунту, що обігрівается, джерелом тепла може бути сонячна енергія, біопаливо (свіжий гній, рослинні відходи), а також гаряча вода й електрична енергія.

Парники – це повністю або частково заглиблені в ґрунт каркасні споруди невеликої площі з прозорим покриттям. Парники призначені для вирощування розсади для відкритого ґрунту і отримання ранніх овочів. Парники глибиною 0,4...0,8 м, шириною 1,4 м будь-якої довжини виготовляють з дерева або бетону і закривають скляними і плівковими рамами, а на ніч і під час похолодань – додатково солом'яними матами товщиною 5–6 см. Ґрунт у парниках обігрівается сонячною енергією, біопаливом, гарячою водою або електроенергією. Останній спосіб найбільш зручний для автоматизації.

Теплиці – це найдосконаліший і технічно оснащений вид споруд закритого ґрунту. Теплиці, що входять до складу тепличних комбінатів або експлуатуються як окремі споруди, згідно з агротехнічними вимогами поділяють за призначенням (овочеві, квіткові, розсадні, розсадно-овочеві), періодом експлуатації (зимові, весняні), способом вирощування (ґрунтові й субстратні).

Теплиці класифікують також за конструкційними ознаками на одноланкові (ангарні) і багатоланкові (блочні), матеріалом покриття – скляні, плівкові та склопластикові. Вони можуть бути одно- або багатоповерховими (баштового типу), як з прозорим огороженням, так і непрозорі. За конструкцією даху теплиці поділяють на односкатні, двоскатні, нерівноскатні, аркові.

Будівельні конструкції теплиць визначають з урахуванням впливу зовнішніх кліматичних факторів: найнижчої середньодобової температури, вітрового і снігового навантаження (добова маса снігового покриву), а також сейсмічної активності в районі будівництва. На даний час розроблені типові проекти тепличних комбінатів, призначених для різних кліматичних зон.

5.1.2. Агротехнічні вимоги до автоматизації технологічних процесів у закритому ґрунті

Норми технологічного проектування споруд закритого ґрунту (НТП-СХ) передбачають: автоматичне регулювання температури і вологості повітря; температури води в системі підґрунтового обігрівання; температури поливної води і розчинів мінеральних добрив; концентрації добрив у розчині та вуглекислоти в повітрі; автоматизацію процесів поливу, підживлення і досвічування рослин; закриття вентиляційних фрамуг при швидкості вітру понад 10 м/с.

Для кожного виду рослин характерні свої оптимальні режимні параметри та допустимі відхилення від оптимальних.

Тепловий режим культиваційних споруд підтримується за допомогою автоматичних систем обігрівання і вентиляції. Він визначається потужністю джерел тепла, а також конструктивними особливостями споруд. Точність підтримання заданої температури – в межах $\pm 1^\circ\text{C}$. Крім того, задана температура повинна узгоджуватись з рівнем освітленості, що пов'язане з фізіологічними особливостями життєдіяльності рослин. Технологічні норми також регламентують максимальну температуру 30°C (для розсади 26°C) мінімальну – 15°C (не більше доби).

Водний режим забезпечується підтриманням необхідної вологості повітря і ґрунту за допомогою різних систем зрошення (надґрунтове, підґрунтове, крапельне зрошення). Витрати води становлять від 5 до 15 л/м^2 на добу. Оскільки зрошення може порушувати тепловий режим у споруді, температура поливної води підтримується на рівні температури повітря і ґрунту (в межах $20\text{--}25^\circ\text{C}$).

Режим живлення забезпечується підтриманням необхідної концентрації мінеральних добрив, їх співвідношенням і рН ґрунту або субстрату. Технологія передбачає регулювання загальної концентрації з точністю $\pm 10\%$ і рН з точністю $\pm 0,1$ в достатньо вузькому діапазоні, який визначається технологічним регламентом для кожного виду рослин і змінюється залежно від фази розвитку.

Газовий режим в об'ємі споруди закритого ґрунту передбачає контроль і підтримання концентрації вуглекислоти на рівні 0,1–0,35%. Регулювання концентрації здійснюється на рівні освітленості більше 5 клк. При цьому повітряний обмін з навколишнім середовищем припиняється шляхом закриття вентиляційних фрамуг. Для інтенсифікації процесів життєдіяльності рослин швидкість повітряних потоків повина становити 0,15 м/с.

Світловий режим, як правило не регулюється. Лише при вирощуванні розсади і в селекційних спорудах використовують штучне освітлення. Питома потужність опромінювачів згідно з технологічними нормами знаходиться в межах 100–300 Вт/м².

Урахування всієї різноманітності взаємозв'язків між режимними параметрами, їх узгодження та оптимізація погребують високого рівня автоматизації технологічних процесів.

5.1.3. Обсяг механізації й автоматизації технологічних процесів у теплицях

Тепличне господарство – найбільш трудомістка галузь рослинництва з щорічними витратами до 10...18 год. на 1 м² площі. Рослини добре розвиваються і плодоносять тільки при оптимальних значеннях параметрів мікроклімату теплиць. Теплиці мають високий ступінь механізації й автоматизації технологічних процесів.

Близько 40% від загальних витрат праці витрачається на підготовчі роботи, що виконують за допомогою машин: готування ґрунтових сумішей, заміна ґрунту, стерилізація ґрунту передпосівна її обробка, дезінфекція конструкцій теплиць, поточний ремонт, передпосівна обробка насіння, виготовлення живильних кубиків, передпосівне внесення добрив тощо. У процесі вирощування і збору врожаю засоби механізації й автоматизації використовують при посіві насіння і доглядом за розсадою, поливі і підживленні рослин, запиленні рослин і їхньому захисту від хвороб, зборі і транспортуванні овочів і рослинних залишків, а також для керування параметрами мікроклімату.

Для механізації підготовчих робіт використовують як спеціальні, так і сільськогосподарські і будівельні машини загального призначення. Дерен для ґрунтових сумішей розкривають тракторним плугом, згрібають бульдозером, завантажують на транспортні засоби бульдозером чи екскаватором. Аналогічним чином здійснюється механізована доставка гною, сипучих матеріалів і мінеральних добрив. При закладанні ґрунтових сумішей і їхньому переміщенню

застосовують різні екскаватори, бульдозери, навантажувачі і спеціальні машини для готування ґрунтових сумішей, наприклад СТМ-8/20. При зміні і відновленні ґрунтів використовують цю ж техніку.

У захищеному ґрунті ґрунт рихлять на глибину 10...12 см. перед кожним посівом, тобто кілька разів у році, а перед пропарюванням і при закладенні гною ґрунт рихлять на глибину не менш 22 см. з оборотом шару. Для цього використовують, якщо дозволяють конструкції культивацийних споруджень, ґрунтопереробні машини загального призначення, а також спеціальні ротаційні плуги і самохідні електрофрези ФС-0.7А чи МПТ-1,2. Для міжрядної обробки ґрунту в теплицях у безпосередній близькості від рослин і суцільної обробки ґрунту в парниках використовують ручні електромотиґи.

У малих теплицях ґрунтосуміші при сильному зараженні їхніми хворобами і шкідниками змінюють раз у 2...4 роки, а в тепличних комбінатах щорічно дезінфікують і потім промивають ґрунтосуміші без їхньої заміни. З багатьох способів дезінфекції найбільш ефективне пропарювання. При цьому ґрунт покривають термостійкою плівкою і підводять під неї пару температурою 110...120°C при тиску до 50 кПа. Витрата пари 45...50 кг на 1 м², тривалість пропарювання 8...10 ч. Після пропарювання ґрунтосуміші для зменшення концентрації солей промивають дощуванням у 3...5 прийомів із загальною витратою води до 200...400 л/м².

Для боротьби зі шкідниками і хворобами використовують також хімічні методи протравляння насіння, обробку конструкцій споруджень і обприскування рослин. Вартість обробки ґрунту отрутохімікатами складає 20...70% від парового, але в ґрунтносять токсичні речовини. Торфоперегнійні живильні кубики (горшочки) виготовляють на спеціальних верстатах конвеєрного типу. Верстат — простий по будові. Він складається з бункера, конвеєра і штампа з електроприводом. Принцип роботи наступний: при підйомі штампа стрічка конвеєра завантажується з бункера рівним шаром торфоперегнійної маси і переміщається під штамп. Коли штамп йде вниз, стрічка зупиняється, відбувається пресування і нарізка кількох сотень кубиків розміром до 100×100 мм.

У захищеному ґрунті повинний бути точний висів, завдяки чому заощаджується до 40% цінного насіння овочевих культур і знижуються витрати на наступне проріджування.

Для посіву застосовують спеціальні парникові сівалки. Лунки для розсади в ґрунті і її посадці поки роблять вручну.

Полив і підгодівлю рослин мінеральними добривами у великих тепличних комбінатах здійснюють через стаціонарну систему дощування автоматично відповідно до заданої програми. У малих теплицях і парниках для цього використовують пересувні насосні станції.

При підв'язці рослин до шпалер, обрізку пагонів і листя, збиранню і перевезенню врожаю застосовують пересувні платформи, драбини і ручні візки. Для перевезення готової продукції й устаткування застосовують електрокари і самохідні шасі, які поставляються для полегшення праці тепличними спеціальними піддонами і підійомниками. Для перевезення розсади з блоку в блок теплиць по відкритому холодному повітрі застосовують криті фургони.

Автоматизація технологічних операцій у захищеному ґрунті дає істотний ефект: збільшується продуктивність і поліпшуються умови праці, заощаджується паливо й електроенергія, знижується захворюваність посадкового матеріалу і дорослих рослин, підвищується врожайність і скорочуються терміни дозрівання рослин і овочів. Умови праці і побуту робітників на автоматизованих тепличних комплексах не гірше, а іноді краще, ніж на промислових підприємствах.

У малих теплицях і парниках рівень автоматизації контролю і керування мікрокліматом поки невисокий і обмежується в основному одним параметром – температурою.

На тепличних комплексах промислового типу автоматичні контроль і керування використовують практично для багатьох параметрів, а саме: температури і вологості ґрунту і повітря, змісту вуглекислого газу, ступеня освітленості, температури води для поливу ґрунту, зволоження повітря, вентиляції і швидкості переміщення повітря в теплиці, концентрації розчинів мінеральних добрив ґрунту, режимів живлення стелажів гідропонних теплиць, значення рН і інших параметрів. Для вибору оптимального режиму відповідно до зовнішніх погодних умов передбачене автоматичне спостереження за ними і зміна внутрішніх параметрів мікроклімату. Також засоби автоматики широко використовуються на допоміжних установках тепло- і енергопостачання, постачання водою тощо.

5.1.4. Автоматизація обігріву парників

У парниках вирощують розсаду для відкритого ґрунту і ранньоспілі овочі у весняний період. За технічним оснащенням і рівнем механізації й автоматизації технологічних процесів вони

займають проміжне місце між утепленим ґрунтом і аграрними теплицями.

Найпростіші парники обігрівають біопаливом, широке розповсюдження одержав обігрів гарячою водою і за допомогою електроенергії. Іноді поєднують водяний обігрів з електричним, котрий включається у період різкого похолодання і заморозків.

Унаслідок короткого терміну вигонки розсади і високої її щільності посадки (на 1 м² кілька сотень штук) економічно завжди ефективно використовувати для обігріву електричну енергію. Для обігріву використовують трубчасті й оголені нагрівальні елементи з питомою потужністю 100...200 Вт/м².

Розглянемо приклади автоматичного керування температурою за допомогою електричного обігріву.

Автоматизація обігріву парників зводиться до автоматичного керування температурою ґрунту і повітря залежно від погодних умов, виду і віку рослин.

Керування тепловим режимом може бути ручним (неавтоматизованим): переключення нагрівальних елементів на різні напруги, включення окремих груп нагрівачів та ін. Однак автоматичне керування температурою в парниках куди важливіше: тільки витрати електроенергії, порівняно з ручним керуванням, скорочуються на 15...20%.

Найпоширеніший спосіб автоматичного керування температурою в парниках заснований на принципі періодичного включення і відключення нагрівальних елементів за допомогою магнітних пускачів у залежності від температури всередині парника. Електрична схема керування режимом роботи нагрівальних елементів для однієї групи, що складається з чотирьох парників, показана на рисунку 5.1. Нагрівальні елементи переводять з однієї напруги живлення на іншу (220 чи 380 В) перемикачами *SA1* і *SA2*. Ручний режим задають, ставлячи тумблер *SA3* у положення *P*, автоматичний – у положення *A*, відключеному стану нагрівачів відповідає положення *O*. Для автоматичного керування тепловим режимом у повітряному просторі одного з 4...6 послідовно з'єднаних парників встановлюють датчик температури *BK*.

У парниках тільки з ґрунтовим обігрівом на групу парників ставлять один датчик температури ґрунту. Його поглиблюють у ґрунт парника на глибину близько 0,1 м. Перемикачем *SA1* включають нагрівальні елементи для обігріву повітря, а перемикачем *SA2* – елементи обігріву ґрунту.

3N 0ГЦ,380В

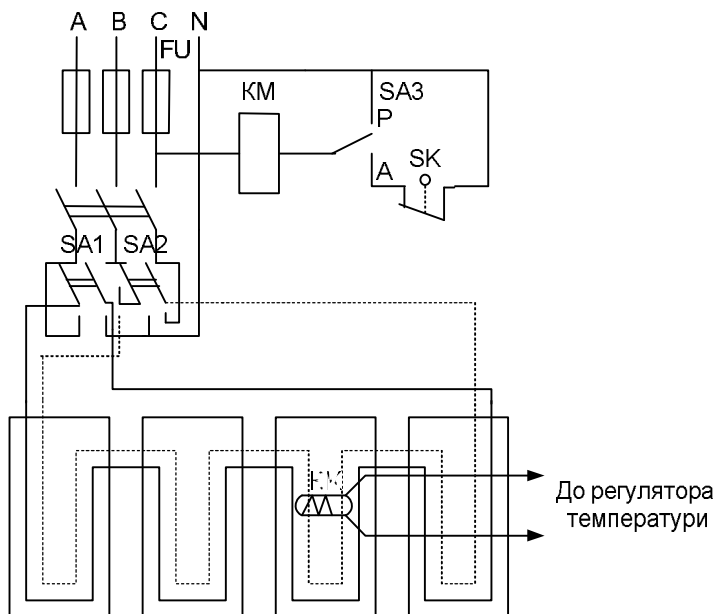


Рис. 5.1. Схема автоматичного керування температурою в парниках із ґрунтово-повітряним електрообігріванням

За низької температури регулятор температури в автоматичному режимі роботи контактами SK включає магнітний пускач КМ одночасно з подачею напруги 380/220 В. У міру підвищення температури до заданої контакти SK розмикаються, і пускач КМ відключає нагрівальні елементи.

Електротехнічною промисловістю розроблено для парників комплектне устаткування типу КП-1. Воно призначено для автоматичного керування температурою повітря і ґрунту в парниках на 1920 рам із ґрунтовим і повітряним електрообігріванням. Воно ж може застосовуватися для керування температурою ґрунту і повітря в плівкових теплицях площею до 0,5 га. Електрообігрівання здійснюється від паралельно з'єднаних шести рядів сталевого неізолюваного проводу діаметром 6 мм, покладеного на глибині не менш 0,25 м у парнику з відстанню між проводами 0,25 м. Для обігріву повітря

нагрівальні проводи монтують на внутрішніх бічних стінках парника.

Датчики встановлюють в одному з парників, розташованому в центрі кожної ділянки, що складає з 240 рам: у ґрунті на глибині 0,1 м – датчик температури ґрунту, а на бічній стінці парника – датчик температури повітря.

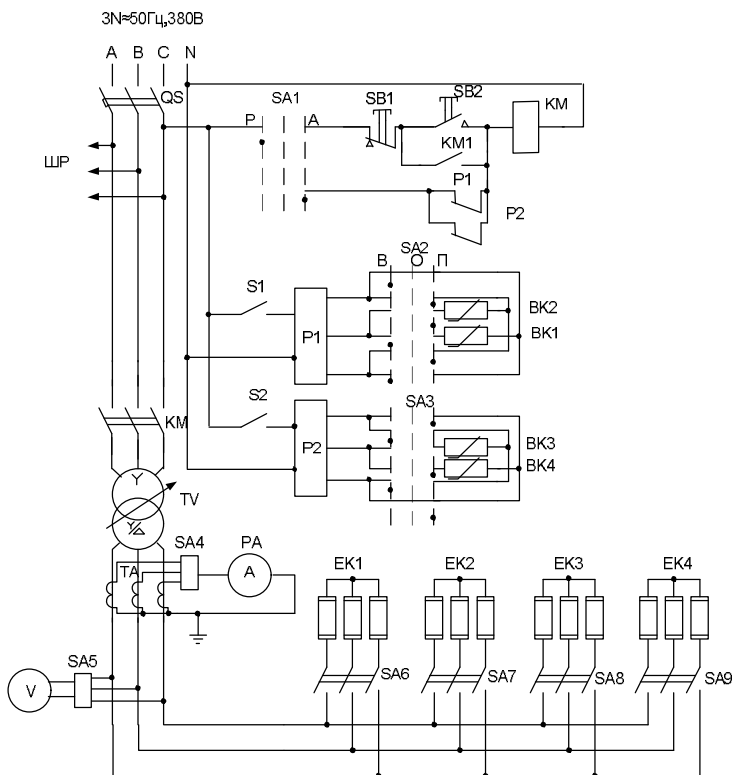


Рис. 5.2. Принципова електрична схема комплекту устаткування типу КП-1

Електрообігрівні елементи поєднують у 4 групи по 480 рам і підключають до трансформатора типу ТМОБ-63. Для живлення чотирьох таких трансформаторів встановлюють електричну підстанцію потужністю не менш 250 кВА.

Понижуючі трансформатори в режимі розігріву парника

включають за схемою “зірка–зірка”, а в режимі обігріву – за схемою “зірка-трикутник”. Трифазна лінійна напруга на вторинній стороні можна встановлювати переключенням відгалужень трансформатора: у першому режимі 125, 103 і 85 В, а в другому – 70, 60 і 49 В.

Розглянемо роботу принципової схеми комплекту обладнання для одного понижуючого трансформатора (рис. 5.2). Обладнання може працювати в ручному режимі при встановленні універсального перемикача SA 1 у положення Р чи в автоматичному при встановленні SA1 у положення А. Ручне включення і відключення трансформатора й електронагрівників ЕК1...ЕК4 здійснюють дистанційно за допомогою кнопок “Пуск” SB2 і “Стоп” SB1, попередньо ввімкнувши відповідно рубильники SA6...SA9 обігріву ґрунту і повітря та автомат QF. Автоматичне керування здійснюється за допомогою логометрів P1 і P2, що виконують одночасно роль регулятора і роль вимірювального приладу для візуального контролю фактичної температури ґрунту і повітря в парниках. У вимірювальні ланцюги логометрів включені за мостовою схемою термометри опору типу TCM, що є датчиками температури ґрунту ВК2, ВК4 і повітря ВК1 і ВК3.

Мостова схема врівноважується при заданій агрослужбою температурі. Якщо фактична температура нижче заданої, замикаються контакти P1 чи P2 і включаються магнітним пускачем КМ трансформатор TV і електронагрівальні елементи. При підвищенні температури до заданої розмикаються контакти P1 і P2, а магнітний пускач КМ відключає електроживлення. Перемикачами SA1 і SA2 і рубильниками SA6... SA9 включають обігрів ґрунту чи повітря. До штепсельного роз’єму ШР підключають електрифіковані механізми для обробки ґрунту і догляду за рослинами. Силу струму і значення напруги у всіх фазах контролюють амперметром і вольтметром з перемикачами SA4 і SA5. Точність регулювання температури +1,5°.

Питання для самоконтролю

1. Що забезпечує тепловий режим у спорудах закритого ґрунту?
2. Що забезпечує водний режим у спорудах закритого ґрунту?
3. Що забезпечує режим живлення у спорудах закритого ґрунту?
4. Що забезпечує газовий режим у спорудах закритого ґрунту?
5. По яких параметрах здійснюється автоматичний контроль і керування на тепличних комплексах?

6. Для чого використовуються два логометри температури в обладнанні обігріву парника КП-1?

7. Поясніть роботу принципової електричної схеми керування обігрівом парника КП-1

ТЕСТИ

1. Дайте визначення “утеплений ґрунт”

А. Це повністю або частково заглиблені в ґрунт каркасні споруди невеликої площі з прозорим покриттям.

В. Це земельні ділянки, що можуть обігріватися чи не обігріватися, призначені для вирощування розсади і ранніх овочів.

С. Це найдосконаліший і технічно оснащений вид капітальних споруд закритого ґрунту.

2. Дайте визначення “теплиця”.

А. Це найдосконаліший і технічно оснащений вид капітальних споруд закритого ґрунту.

В. Це земельні ділянки, що можуть обігріватися чи не обігріватися, призначені для вирощування розсади і ранніх овочів.

С. Це повністю або частково заглиблені в ґрунт каркасні споруди невеликої площі з прозорим покриттям.

3. За якими параметрами здійснюється автоматичний контроль і керування на малих теплицях і парниках?

А. За вологістю ґрунту та повітря.

В. За температурою ґрунту та повітря залежно від погодних умов, виду і віку рослин.

С. За температурою води для поливу ґрунту, зволоження повітря.

4. Які пристрої використовуються для автоматичного керування парником із ґрунтово-повітряним електрообігріванням?

Терморегулятор в шафі керування

Терморегулятор в шафі керування та датчики температури в ґрунті на глибині 0,1м та в повітряному просторі.

Датчики температури в ґрунті на глибині 0,1м

5.2. АВТОМАТИЧНЕ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В АНГАРНИХ ТЕПЛИЦЯХ

Автоматичне керування температурним режимом здійснюється пристроями регулювання температури і кількості теплоносія, що гріє, а також пристроями керування відкриттям і закриттям кватирок вентиляції. В ангарних теплицях в основному використовується комбінований обігрів: водяний обігрів ґрунту і повітря і повітряно-калориферний обігрів повітря від водяних калориферів. Основний обігрів здійснюється реєстрами, що гріють, а додатковий – від калориферів. Від калориферів підігріте повітря подається по повітропроводах і розподіляється вентиляційною системою по всій теплиці. Завдяки малій інерційності калориферний обігрів дає можливість керувати температурою повітря з високою точністю.

Вентиляція теплиці здійснюється через кватирки, розташовані в бокових стінах і на покрівлі. Зволоження повітря відбувається шляхом розпилення води через форсунки, які закріплені в підвішених у теплиці водопроводах на відстані приблизно 3 м одна від одної. Для збору і відводу води, що утвориться на конструкціях теплиці при розпиленні і конденсації вологи, влаштовані спеціальні жолоби, по яких вода стікає в каналізацію. Вода на зволоження повітря і полив ґрунту підступає від водонагрівача під постійним тиском, створюваним насосною станцією. Полив здійснюється за допомогою дощувальної установки чи шлангів водою з температурою 16...25 °С.

Промисловістю розроблено кілька комплектів обладнання для керування мікрокліматом ангарних теплиць, наприклад, типу АМТ-600, СК-2, ОРМ-1, УТ-12 і інші. Як приклад розглянемо принцип роботи комплекту УТ-12.

Основною елементною базою УТ-12 є безконтактні транзисторні логічні елементи серії “Логіка-Т”. У зв’язку зі зняттям цієї серії з виробництва комплект переводиться на мікросхемну елементну базу серії К-155 і ін.

Комплектне устаткування УТ-12 розміщене в окремих шафах і включає САК:

- температурою повітря в теплицях, у побутових приміщеннях і коридорі;
- температурою ґрунту;
- температурою поливної води;
- поливом ґрунту і зволоженням повітря;
- концентрацією розчинів мінеральних добрив;

- подачею вуглекислого газу й опроміненням рослин.

Комплект розрахований на керування зазначеними параметрами в 12 відділеннях теплиці, а також температурою в сполучному коридорі та у побутових приміщеннях. Він забезпечує підтримку температури повітря, ґрунту і поливної води з точністю до $\pm 1,5^\circ$ у діапазоні заданих температур ($0 \dots 40^\circ\text{C}$), концентрації розчинів мінеральних добрив з точністю до $\pm 0,005$ МПа в діапазоні від 0,01 до 0,2 МПа осмотичному тиску. Крім керування параметрами мікроклімату, комплект УТ-12 здійснює їхній вимір і реєстрацію.

У першій шафі керування ШУ1 (рис. 5.3) розміщені САК температурою повітря і ґрунту в 12 відділеннях теплиці і температурою повітря сполучного коридору і побутових приміщень, а також контрольно-реєстраційна система температури повітря в 12 відділеннях теплиці.

У другій шафі керування ШУ2 розміщені САК поливом ґрунту і зволоження повітря, а також САК подачею вуглекислого газу й опроміненням рослин у 12 відділеннях теплиці.

У третій шафі ШУ3 розташовані САК температурою поливної води, концентрацією розчинів мінеральних добрив, система контролю температурою зовнішнього і у 24 місцях внутрішнього повітря, а також система контролю швидкості вітру.

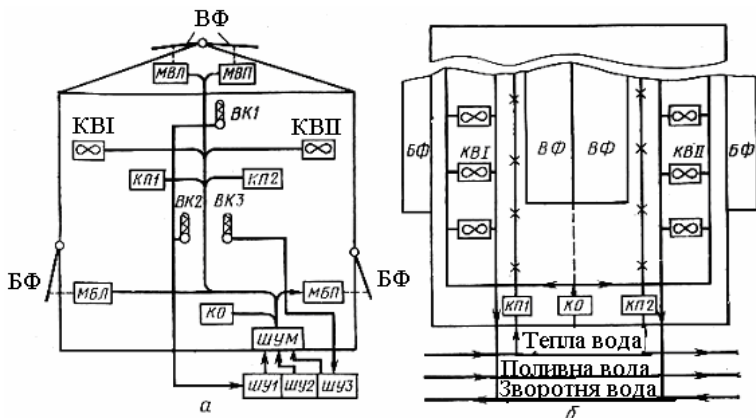


Рис. 5.3. Схема розміщення обладнання УТ-12 в теплиці (а – вигляд з боку, б – вигляд зверху)

У четвертій шафі розташована пускозахисна апаратура насосів поливної води і насосів подачі концентрованого розчину мінеральних добрив, а також пускозахисна апаратура технологічних установок готування мінеральних добрив і керування температурою повітря коридору і побутових приміщень.

У п'ятій шафі керування встановлена проміжна апаратура, призначена для керування електромагнітними вентилями поливу й іншим устаткуванням теплиці. У сполучному коридорі для кожного відділення теплиці розташовані місцеві шафи керування обладнанням (ШУМ).

У теплиці встановлюють панель датчиків температури і панель датчиків вологості. Крім того, встановлюють датчики освітленості, швидкості вітру, температури поливної води, концентрації розчинів мінеральних добрив і інші.

Електроживлення шаф ШУ1...ШУ3 здійснюють від спеціальних блоків, що підключаються до трифазної мережі 220/380 В.

САК температурою працює по багатопозиційному законі регулювання і впливає на 16 виконавчих механізмів, що охоплюють 12 відділень тепличного блоку, сполучний коридор, побутове приміщення і дві системи ґрунтового обігріву.

Керування температурою повітря в теплиці здійснюється за допомогою двох груп водяних калориферів *КВ1* і *КВ11*, конькової (верхньої) *ВФ* і бічний *БФ* систем кватирок. Вода, що гріє, з котельні подається в теплицю через клапан опалення *КО*, а тепла вода через клапани *КП1* і *КП11*. Відкриття і закриття верхньої і бічної кватиркової вентиляції здійснюються за допомогою виконавчих механізмів верхньої лівої *МВЛ* і правої *МВП*, а також бічних лівої *МБЛ* і правої *МБП* систем вентиляції.

Послідовність роботи і стан обладнання керування температурою в теплиці залежать від значення і знака відхилення температури від заданої (рис. 5.4). Електрична схема керування температурою повітря наведена на рисунку 5.5.

Виконавчі механізми (ВМ)		Стан ВМ при відхиленні температури від заданої, С													
		-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
Клапан теплоносія		Відкритий				Закритий									
Калорифер 1		Включений				Відключений									
Калорифер 11		Вкл.		Відключений											
Фрамуги верхні	Права	Закрита										Відкрита			
	Ліва	Закрита										Відкрита			
Фрамуги бічні	Права	Закрита										Відкрита			
	Ліва	Закрита										Від-та			
Сигнал аварії															Вкл.

Рис. 5.4. Карта функціонування комплексу технологічного обладнання УТ-12 в теплиці

Блок дешифрації *BD1* генерує імпульси з періодом 15 с. Кільцевий лічильник *BD2* і 16-позиційний перемикач по черзі підключають датчики температури *BK1...BK16* і задатчики *R32...R316* до вимірювального моста через кожні 4 хвилини.

Сигнал розбалансу з вимірювального моста підсилюється фазочутливим підсилювачем *У* і надходить на граничні елементи *D1...D14*, зібрані за схемою двохпозиційного селектора рівня напруг.

Перемінними резисторами *R1...R6*; *R8...R13* здійснюють налаштування порога спрацьовування кожного з елементів *D1...D6*; *D8...D13* із кроком у 1° у діапазоні відхилень температури від -6 до +6° від заданої. Елементи *D7* і *D14* спрацьовують відповідно при короткому замиканні й обриві в ланцюгах датчиків температури.

Елементи *D15...D28* служать підсилювачами потужності. Їхнім навантаженням є котушки реле *KV1...KV6*, *KV8...KV13* і лампи *HL1* і *HL2*, що сигналізують відповідно про коротке замикання й обрив у ланцюгах керування.

Напруга 24 В подається в шафи ШУМ (рис. 5.3 і 5.5) на керування виконавчими механізмами через замикаючі контакти *KV7*. При цьому блок *BD1*, що вмикає реле *KV7* через кожні 15 с, забезпечує п'ятисекундну витримку часу спрацьовування реле *KV7*. Ця витримка необхідна для вимикання передачі помилкового сигналу до

виконавчих механізмів, що виникає через перехідні процеси в перемикачах датчиків.

Граничні елементи спрацьовують і через реле *KV1...KV13* вмикають відповідні виконавчі механізми в залежності від відхилення температури повітря від заданої: права (ліва) верхня конькова вентиляція включається при підвищенні температури в теплиці на 2 (3)°, а права (ліва) бічна стінна вентиляція – на 4 (5)°.

При відхиленні температури від заданої на -2° клапан опалення *KO* (рис. 5.4) відкривається “кроками” (один “крок” за один цикл опитування); на -3° – вмикається перша опалювальна група калориферів *KB1* на -4° – друга *KBII*. При відхиленні температури від заданої на $\pm 6^{\circ}$ спрацьовують граничні елементи *D6* чи *D13* які через реле *KV6* чи *KV13* вмикають аварійну звукову *HA* і світлову *HL4* чи *HL5* сигналізації.

Сигнальні лампи *HL3* і *HL6* показують знак відхилення температури (відповідно нижче чи вище заданої). Значення відхилення температури визначається по висвітленій цифрі в неоновій лампі. Наприклад, при відхиленні на -1° включається реле *KV1* і загоряється цифра 1 неоновій лампи *HL7*, при -2° спрацьовує реле *KV2* і своїм контактом *KV2* підключає в схему цифру 2 і т.д. (рис. 5.5, б). Сигнальна лампа *HL* показує в цифрах номер підключеного відділення теплиці.

Резисторами *R31...R316* встановлюють задане значення температури в 16 об'єктах, резистором *Rk* коректують вимірювальний міст, а резистором *R_y* – змінюють чутливість (коефіцієнт підсилення) підсилювача *У*.

Блоком *БО* разом з 12 датчиками освітленості *Rφ1...Rφ12* автоматично коректується задане значення температури в залежності від освітленості в теплиці.

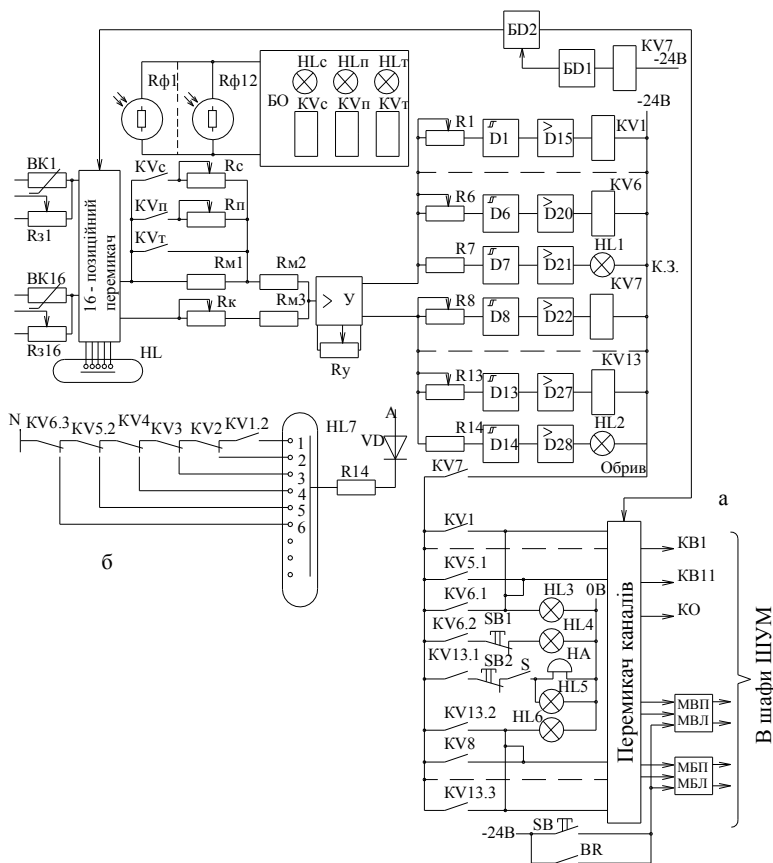


Рис. 5.5. Принципова електрична схема керування температурою повітря в ангарах теплицях (а) і вмикання цифрової сигнальної лампи (б)

При освітленості більш 10 клк спрацьовує реле KV_c , контакти якого вмикають сигнальну лампу HL_c “Світлий” і резистор R_c , що викликає температурну надбавку вставки до 5° . При зниженні освітленості до 5...10 клк спрацьовує реле KV_n яке вмикає сигнальну лампу HL_n “Похмуро” і резистор R_n , що відповідає температурній надбавці близько $2,5^\circ$. При низькій освітленості, наприклад у нічний час, спрацьовує реле KV_t яке вмикає сигнальну лампу HL_t і видає своїм контактом KV_t завдання на керування температурою, що

відповідає темному періоду доби. Переклад схеми з автоматичного керування на ручне і назад виконують у відповідній шафі місцевого керування ШУМ.

У разі потреби екстреного закриття фрамуг чи зміни їхнього положення одночасно у всіх 12 відділеннях використовують кнопку *SB3*. Цілком фрамуги закриваються також і автоматично по команді від анемометра *BR* при досягненні швидкості вітру гранично припустимого значення. Положення фрамуг, поточне значення температури зовнішнього повітря і температури в теплицях контролюють прилади. Крім цього, температура в теплицях реєструється 12-канальним автоматичним мостом.

Питання для самоконтролю

1. За допомогою чого здійснюється автоматичне керування температурним режимом в ангарних теплицях?
2. Що включає САУ комплексу устаткування УТ-12 в ангарних теплицях?
3. Де розміщуються 16 датчиків температури в ангарних теплицях?
4. Де розміщуються виконуючі механізми фрамуг в ангарних теплицях?
5. Поясніть роботу принципової електричної схеми керування мікрокліматом в ангарній теплиці.

ТЕСТИ

1. Які датчики встановлюють в ангарній теплиці?

А. Освітленості, швидкості вітру, температури поливної води, концентрації розчинів мінеральних добрив

В. Панель датчиків температури і панель датчиків вологості, концентрації розчинів мінеральних добрив

С. Панель датчиків температури і панель датчиків вологості, датчики освітленості, швидкості вітру, температури поливної води, концентрації розчинів мінеральних добрив.

2. В якій послідовності використовуються виконуючі механізми в ангарній теплиці при зниженні температури?

А. Виконуючі механізми фрамуг верхніх; права, ліва потім бічні фрамуги; права, ліва

В. Клапан опалення, клапана водяних калориферів.

С. Виконуючі механізми фрамуг верхніх; права, ліва потім бічні фрамуги; права, ліва та клапана водяних калориферів.

3. В якій послідовності використовуються виконуючі механізми в ангарній теплиці при підвищенні температури?

А. Клапан опалення, клапана водяних калориферів.

В. Виконуючі механізми фрамуг верхніх; права, ліва потім бічні фрамуги; права, ліва.

С. Виконуючі механізми фрамуг верхніх; права, ліва потім бічні фрамуги; права, ліва та клапана водяних калориферів.

4. Використовуючи принципову електричну схему керування температурою повітря в ангарних теплицях, вкажіть призначення 16-позиційного перемикача.

А. По черзі підключає датчики температури ВК1...ВК16 і задатчики до вимірювального моста через кожні 4 хвилини.

В. Задає режими керування.

С. Задає значення температур в ангарних теплицях.

5. Для чого використовуються виконуючі механізми клапанів опалення в ангарних теплицях?

А. Для автоматичної подачі холодної води на регістри в теплиці при підвищенні температури.

В. Для подачі води на полив.

С. Для автоматичної подачі гарячої води з центральної котельні на опалювальні регістри в теплиці при зниженні температури.

6. Для чого використовуються виконуючі механізми клапанів водяних калориферів ангарних теплицях?

А. Для автоматичної подачі теплої води з на водяні калорифери в теплиці при різкому зниженні температури.

В. Для подачі води на полив.

С. Для автоматичної подачі холодної води на регістри в теплиці при підвищенні температури.

5.3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОЛИВУ ТА ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

5.3.1. Автоматичне керування поливом

Автоматичне керування поливом в ангарних теплицях за допомогою обладнання УТ-12 здійснюється роздільно для нижньої і верхньої систем поливу. Вода для поливу надходить через нижню систему труб, що використовують також для подачі розчинів мінеральних добрив. Труби для поливу можна встановлювати на висоті від 0 до 2,2 м.

Поливна вода розподіляється по групі труб через електромагнітний вентиль. У кожній теплиці встановлена група вентилів, що по черзі включається на 2...4 хв. в одній теплиці, потім в іншій і т.д.

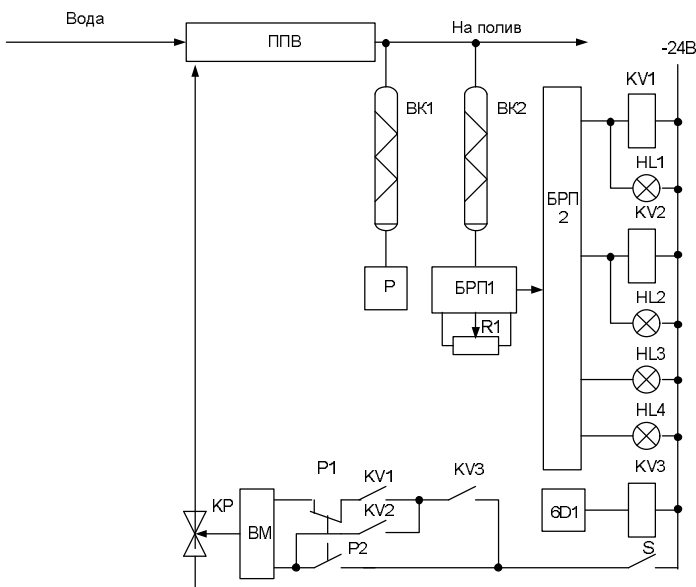


Рис. 5.6. Принципова схема керування температурою поливної води

Зволоження повітря в теплиці відбувається за рахунок коротко-часного (на 10...30 с) відкриття вентилів системи труб верхнього поливу. Висота розміщення системи верхнього поливу не змінюється.

Воду, використовувану для поливу і зволоження, попередньо підігрівають до заданої температури.

Система автоматичного керування температурою поливної води розміщується в шафах ШУЗ, а в четвертій шафі – устаткування керування насосами і регулювальним клапаном КП. Вона працює в такий спосіб (рис. 5.6).

Датчик температури поливної води *BK2* і задатчик *R1* температури в діапазоні від 0 до 40 °С приєднують до блоку регулюючого приладу *БРП1*. При відхиленні температури від заданому на $\pm 1^\circ$ спрацьовують відповідні граничні елементи в блоці *БРП2* і включається реле *KV1* чи *KV2*. При зниженні температури на 1° включається реле *KV1*, що викликає спрацьовування виконавчого механізму *ВМ*, що збільшує через регулюючий клапан *KP* впуск грійної води у підігрівник поливної води *ППВ*. При підвищенні температури на 1° включається реле *KV2*, що подає сигнал до *ВМ* на зменшення пропуску води, що гріє, через регулювальний клапан. Для виключення перерегулювання при зміні відкриття виконавчого механізму застосовують імпульсний переривник – генератор імпульсів *BD1* і реле *KV3*. На реле *KV3* від блоку *BD1* надходять через кожні 20 с імпульси з установленної при налагодженні тривалістю від 1 до 10 с. Зміна впуску води, що гріє, відбувається короткочасно тільки при замкнутому положенні контактів реле *KV3* і *KV1* чи *KV2*, що виключає перерегулювання температури через інерційність *ППВ*. Логометр *P* за допомогою датчика *BK1* вимірює температуру поливної води й обмежує її максимальне значення у випадку виникнення аварійної ситуації.

При досягненні максимально припустимого значення температури води логометр розмикає контакти *P1* і замикає контакти *P2*, що викликає форсоване закриття регулюючого клапана *KP*. Потім при зниженні температури води до встановленого значення контакти логометра повертаються у вихідне положення і вводять у роботу систему регулювання температури води. Сигнальні лампи показують наступне: *HL1* – температура води менше заданої, *HL2* – більше заданої, *HL3* – обрив і *HL4* – коротке замикання в колі датчиків.

Схема автомата полива наведена на рисунку 5.7. Програму поливу 12 теплиць набирають тумблерами *SA2...SA24*, програму зволоження – тумблерами *SA1...SA23*. Оскільки системи поливу і зволоження діють роздільно, а схеми керування ними аналогічні, то тут розглянемо тільки схему автоматичного керування поливом.

Тривалість поливу однієї теплиці (2...4 хв) установлюють перемикачем *SA1*, а кратність поливу (1...5) – тумблерами *SA25...SA29*. За допомогою реле *KV1...KV12* і тумблерів *SA2...SA24* включають відповідні групи електромагнітних вентилів поливу *YA1...YA12* через проміжні реле, розташовані в місцевих шафах керування ШУМ. Вентилі можуть бути включені вручну за допомогою тумблера *SA30* і перемикача *SA31*.

Систему поливу включають кнопкою *SB* чи по ланцюзі через реле *KV14* (рис. 5.9) у заданий час доби. При цьому включаються реле *KV18* і *KV19* (рис. 5.7), останнє своїми контактами подає від блоку живлення *БЖ* напругу в схему автомата, а всі тригери елементів *D1...D13* приходять у вихідне положення, і спрацьовують реле *KV1* і *KV13*. Слідом за цим спрацьовує реле *KV20* при включеному тумблері *SA25* “Кратність поливу 1”. Контакти реле *KV20* включені паралельно контактам реле *KV19* і забезпечують підключення блоку *БЖ* до автомата при відпусканні кнопки *SB*.

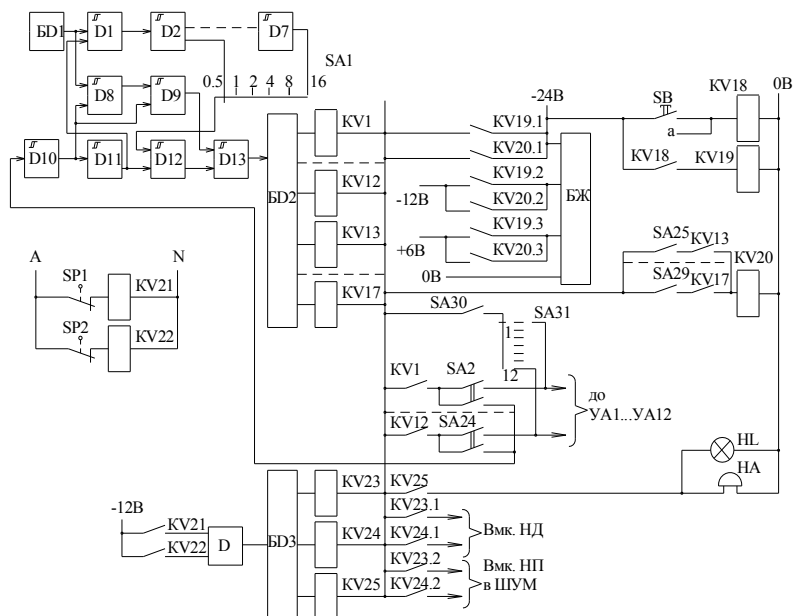


Рис. 5.7. Принципова електрична схема автомата УТ-12 поливу ґрунту

Одночасно з натисканням кнопки *SB* і подачею напруги на схему від блоку *БДЗ* спрацьовує реле *KV23*, що включає основний насос поливу *НП* через проміжне реле, розташоване в шафі ШУМ. Якщо пуск насоса не відбувся, то контакти реле тиску води *SP1* залишилися замкнутими. У цьому випадку на елемент *D* через контакти *KV21* надходить сигнал “*I*”, що через 1 хв за допомогою блоку кільцевого лічильника *БДЗ* відключає реле *KV23* і підключає реле *KV24*. Реле *KV24* подає команду на включення резервного насоса поливу *НП*. Якщо протягом наступної хвилини тиск у системі поливу не з’явиться, то реле *KV24* відключиться, а реле *KV25* вмикає ревун *HA* і сигнальну лампу *HL* “Аварія”. Насоси-дозатори *НД* використовують для подачі розчинів мінеральних добрив. З включенням насоса *НП* починається полив першої теплиці. Через контакти *KV1* і включений перемикач *SA2* подається сигнал “*I*” (–24 В) на вхід елемента *D10*, а з виходу елемента *D11* сигнал “*I*” надходить на елементи *D1* і *D12*. На вихід елемента *D1* подаються також сигнали з періодом 2 с. від генератора імпульсів *БД1*. Період цих сигналів збільшується тригерами, виконаними на елементах *D2...D7*. У залежності від положення перемикача *SA1* “Час поливу” на елемент *D12* надходять сигнали “*I*” з періодом 0,5; 1; 2; 4; 8 чи 16 хв, що потім через елементи *D12* і *D13* надходять на блок дешифрації *БД2* (кільцевий лічильник). Кільцевий лічильник викликає почергове спрацьовування реле *KV1...KV12*, що забезпечують послідовний полив 12 теплиць (ділянок) з інтервалом, рівним обраного часу поливу.

Якщо полив якоїсь ділянки не передбачений, то відповідний тумблер з *SA2...SA24* не включений. У цьому випадку при спрацьовуванні відповідного реле з *KV1...KV12* на вхід елемента *D10* “НЕ” надходить сигнал “*0*”, а з його виходу сигнал “*I*” надходить на входи елементів *D8* і *D9*, що реалізують логічну функцію “*I*”. Тому що на вхід елемента *D8* надходять також імпульси з періодом 2 с від блоку *БД1*, то через елемент *D9* на вхід *D13*, а потім на дешифратор *БД2* сигнал “*I*” приходить через 2 с. Цей імпульс викликає переключення дешифратора *БД2*, і час проходу ділянки, що неполивається, скорочується до 2 с.

Після спрацьовування реле *KV12*, що забезпечує полив останньої дванадцятої ділянки, відключається реле *KV13*, і включається реле *KV14*. Це забезпечує запуск нового циклу поливу тих же ділянок у тій же послідовності.

Процес повторюється доти, поки не реалізується задана тумблерами *SA25...SA29* кратність поливу. Після цього реле *KV20*

відключається і знімає напругу живлення зі схеми автомата поливу. Робота автомата поливу припиняється.

5.3.2. Автоматичне управління концентрацією розчину мінеральних добрив

Система автоматичного керування концентрацією розчину мінеральних добрив (рис. 5.8) призначена для контролю концентрації та стабілізації її в межах, заданих агротехнічними вимогами. Концентрований розчин мінеральних добрив готують в спеціальному басейні *Б*, звідки насоси-дозатори *НД* подають його через регулюючий клапан *КР1* в поливну воду. Насоси *НД* вмикаються періодично від пускових реле аналогічно вмиканню поливних насосів *НП*.

Концентрація добрив вимірюється по електропровідності живильного розчину в магістральному трубопроводі за ділянкою змішування концентрованого розчину і поливної води. У трубопроводі встановлено датчик *ДД* кондуктометричного типу з температурною компенсацією, що підключений через аналізатор добрив *АД* до двопозиційного регулятора *РП*. Регулятор керує виконавчим механізмом *ВМ1* за допомогою реле *KV1* “Концентрація більше” і *KV2* “Концентрація менше”. Якщо концентрація знаходиться в межах заданої (0,02–0,035 См/см), регулятор відключає виконавчий механізм.

Враховуючи суттєву величину транспортного запізнення, для поліпшення якості двопозиційного регулювання використовується імпульсний перервник: реле *KV3* і генератор імпульсів *БД* з періодом 20 с.

Іншим, не менш важливим, завданням регулювання є стабілізація кислотно-лужної реакції розчину (*pH*), яку регулюють на етапі приготування концентрованого розчину в межах 5,4–6,4 за допомогою електродного датчика потенціометричного типу *ДрН*, точність якого досягає 0,1 *pH*. При відхиленні *pH* від заданого виконавчий механізм *ВК2* змінює ступінь відкриття регулюючого клапана *КР2*. Це веде до зміни подачі з бака *БК* спеціального розчину, що коригує значення *pH* в басейні *Б*. Мішалка *М* прискорює вирівнювання концентрації мінеральних добрив і *pH* по всьому об’єму.

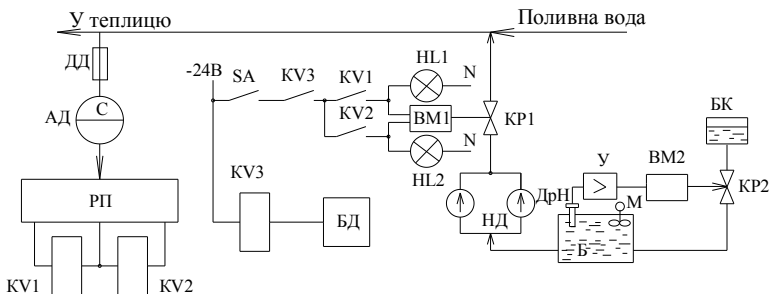


Рис. 5.8. Схема автоматичного управління концентрацією мінеральних добрив

Такі системи регулювання концентрації добрив вирішують задачу стабілізації режимних параметрів на вході в об'єкт і задовільно працюють лише при технології вирощування рослин з циркуляцією розчину поживних речовин (гідропоніка, водна, тонкоплівкова культура). Грунтова або субстратна технологія, які не передбачають повернення живильного розчину в систему, потребують урахування буферності, водоутримуючої здатності і можливості засолення субстрату. У цьому випадку необхідний зворотній зв'язок по параметрах субстрату шляхом установки датчиків безпосередньо в ньому. Проблема полягає у відсутності надійних датчиків.

5.3.3. Автоматичне управління підживленням вуглекислим газом і досвіченням рослин

Додаткове опромінювання і вуглекислота потрібні рослинам для підсилення фотосинтезу. Вміст вуглекислоти в теплиці підвищують шляхом спалення природного газу в спеціальних пальниках (газогенератори Г-4,5) або відпрацьованим газом з котельної.

Управління здійснюється за заданою програмою з 24-годинним циклом за допомогою реле часу (рис. 5.9). Генератор імпульсів БД1 подає імпульси періодичністю 2 год на вхід 12-позиційного кільцевого лічильника БД2. Реле КVІ—КVІ2 спрацьовують з інтервалом 2 год, забезпечуючи роботу проміжного реле КVІ5. Реле КVІ5 керує газогенераторами CO₂, розміщеними в теплицях. Після відключення реле КVІ2 завершує керування подачею CO₂ в останню теплицю, спрацьовує реле КVІ3. Контакти реле КVІ3 подають нульовий

потенціал до всіх тригерів блоку *БД1*, що повертає їх у вихідний стан. Потім знову підключається реле *KV1*, і починається новий добовий цикл.

Тригери можна перевести у вихідний стан, натиснувши кнопку *SB* “Установка часу 12 ч”. Номера теплиць, у які необхідно подавати CO_2 , набирають тумблерами *SA39...SA50*, а тривалість підживлення CO_2 встановлюють тумблерами *SA1...SA12*, причому перший включений тумблер визначає початок підживлення, останній – закінчення. За допомогою тумблера *SA25* вручну керують підживленням CO_2 без обмеження в часі.

Керування досвіченням здійснюється за допомогою реле *KV16* у розсадних теплицях.

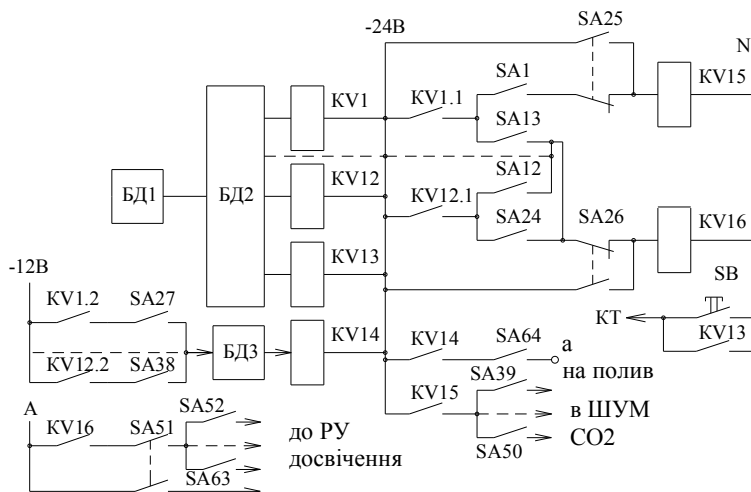


Рис. 5.9. Схема автоматичного управління досвіченням і підживленням вуглекислим газом

Якість регулювання забезпечується за рахунок двох автономних двопозиційних регуляторів, вставки яких відрізняються на 0,04 %. Це забезпечує ввімкнення виконавчих механізмів і регулюючих клапанів двох груп газогенераторів. Вмикання схеми підживлення CO_2 автоматично блокується при зниженні рівня освітленості, при відкритих фрамугах і підвищеній відносній вологості в теплиці.

Досвічення рослин здійснюють за допомогою опромінюючих установок ОТ-400 з ртутними лампами ДРЛФ-400 в програмному або

автоматичному (за допомогою датчика освітленості) режимі управління. При рівні освітленості нижче 5 клк п'ять опромінюючих установок в розсадній теплиці вмикаються з регульованим інтервалом від 0,5 до 6 хв. Це виключає токові сплески, що можуть виникати при одночасному вмиканні всіх ламп. Крім того, пороговий пристрій має затримку 1–3 с, що забезпечує нечутливість до короткочасних спалахів світла.

Схема автоматичного керування досвіченням працює аналогічно схемі керування підживлення CO_2 .

Контакти реле *KV16* підключають фазу *A* через тумблери *SA52...SA63* “Ділянка досвічення” до розподільних щитків *PV* керування досвіченням.

Тривалість досвічення визначається в годинних і дорівнює подвійному одночасно включених тумблерів *SA13...SA24* “Досвічення”, а початок і кінець досвічення визначаються першим і останнім з включених тумблерів. Ручне керування досвіченням здійснюють тумблерами з розподільних щитків керування *PV*.

Реле *KV1...KV12* і *KV14* разом із блоком дешифрації *БДЗ* і тумблерами *SA64; SA27...SA38* здійснюють “Включення поливу в заданий час” через реле *KV18* (рис. 5.9, а). За допомогою тумблерів *SA27...SA38* (рис. 5.9) набирають ділянки, необхідні для поливу. Блок *БДЗ* забезпечує витримку часу у включеному стані до 5 с, після чого реле *KV14* знеструмлюється і сигнал “Пуск” з автомата поливу знімається.

Питання для самоконтролю

1. Як здійснюється полив в ангарних теплицях за допомогою устаткування УТ-12?
2. Як здійснюється зволоження повітря в ангарних теплицях за допомогою устаткування УТ-12?
3. Поясніть роботу принципової електричної схеми керування підігрівом поливної води.
4. Поясніть роботу принципової електричної схеми керування автомата поливу в ангарній теплиці.
5. Поясніть роботу принципової електричної схеми керування управління концентрацією мінеральних добрив в ангарній теплиці.
6. Поясніть роботу принципової електричної схеми керування автоматичного управління досвіченням і підживленням вуглекислим газом в ангарній теплиці.

ТЕСТИ

1. Як здійснюється підігрів поливної води в ангарних теплицях?

- A. Водонагрівачем.
- B. Змішуванням гарячої води з холодною.
- C. На котельні.

2. Використовуючи принципову електричну схему керування підігрівом поливної води в ангарних теплицях, вкажіть призначення датчика температури ВК2.

- A. Для виміру температури холодної води.
- B. Для виміру температури поливної води.
- C. Для виміру температури гарячої води.

3. Використовуючи принципову електричну схему керування підігрівом поливної води в ангарних теплицях, вкажіть призначення виконуючого механізму ИМ.

- A. Для автоматичного керування клапаном КР для подачі води
- B. Для автоматичного керування регулюючим клапаном КР для подачі води в підігрівник .
- C. Для автоматичного керування регулюючим клапаном КР для подачі гарячої води в підігрівник поливної води.

4. Використовуючи принципову електричну схему керування автомата поливу в ангарних теплицях, вкажіть, як задається програма поливу та зволоження?

- A. Набирають тумблерами SA2...SA24, програму зволоження – тумблерами SA1...SA23
- B. Набирають тумблерами SA25...SA29
- C. Набирають тумблерами SA25...SA29, програму зволоження – тумблером SA1

5. Використовуючи принципову електричну схему керування автомата поливу в ангарних теплицях, вкажіть призначення електромагнітних вентилів поливу УА1...УА12.

- A. Для автоматичної подачі води в теплицю.
- B. Для подачі гарячої води в теплицю.
- C. Для автоматичної подачі поливної води в теплицю з заданою тривалістю і кратністю.

5.4. АВТОМАТИЗАЦІЯ УСТАНОВОК ДЛЯ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Для створення необхідного світлового режиму в теплицях використовують опромінюючі установки. Ці установки повинні спрямовувати весь світловий потік джерела випромінювання безпосередньо на корисну площу стелажа. Крім того, випромінювач необхідно наблизити до рослин на мінімально допустиму відстань.

Для опромінення рослин в теплицях вітчизняна промисловість випускає тепличні опромінювачі типу ОТ-400 з лампою ДРЛФ-400, ОГС01 “Фотос” з лампами ДРИ 1000-6, ДРИ 2000-6 та ДРИ 3500-6, установку опромінювання рослин у теплицях УОРТ-2-3000 з металогенною лампою ДМЗ-3000, систему опромінення рослин у теплицях СОРТ1 з лампою ДКсТЛ 10 000 та інші. На рис. 5.10 зображено опромінювач типу ОТ-400. Він складається з лампи ДРЛФ-400, корпуса з баластним пристроєм, фарфорового патрона, вузла для підвішування, двох відрізків шлангового кабелю. Один відрізок кабелю обладнаний розеткою, а другий – вишкою. Вилка і розетка дають можливість об’єднувати в групу з послідовним живленням до п’яти опромінювачів.

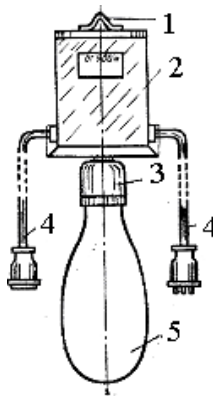


Рисунок 5.10. Опромінювач ОТ-400:

1 – вишко для підвішування; 2 – пускорегулюючий апарат (ПРА);
3 – фарфоровий патрон; 4 – кабель; 5 – лампа типу ДРЛФ-400

Установки СОРТ1, ОГС01, УОРТ-2 дають можливість забезпечити необхідний для розвитку рослин світловий потік при меншій

більш як у два рази витраті електроенергії порівняно з опромінювачами типу ОТ-400.

Опромінювальні установки, що використовуються в теплицях, можуть бути стаціонарними і пересувними.

Робота принципіальної електричної схеми опромінювача ОТ-400 (рис. 5.11) полягає в наступному. Напруга на установку подається вмиканням автоматичного вимикача QF і через запобіжник поступає на перемикач режимів SA . Він має три положення: “А” – автоматичний режим, “О” – вимкнено, “Р” – ручний режим.

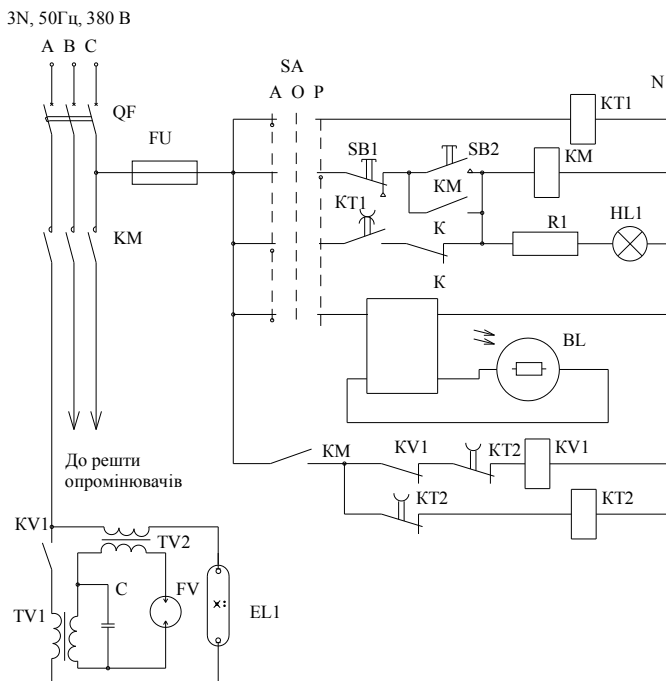


Рис. 5.11 Принципова електрична схема керування опроміненням рослин в теплиці установкою ОТ-400МИ

При автоматичному режимі перемикач SA встановлюємо в положення “А”. Напруга керування подається на котушку програмного реле часу $KT1$. Воно своїм контактом, в заданий час доби, замикає коло і подає напругу керування на котушку магнітного пускача KM .

Магнітний пускач *KM* замикає свої силові контакти і подає напругу на пускорегулювальні апарати опромінювальних ламп *EL1...EL15*. Додатковий контакт магнітного пускача *KM* замикається і подає напругу на котушки проміжних реле *KV1* та реле часу *KT2*. Замикаючі контакти проміжного реле в колі пускорегулювальних апаратів замикаються і заряджають конденсатор *C* до напруги пробною розрядника *FV*. У момент пробною розрядника по первинній обмотці трансформатора *TV2* протікає струм. У вторинній обмотці трансформатора *TV2* виникає імпульс напруги з амплітудою до 2...3 кВ, який забезпечує виникнення розряду у внутрішній кварцовій колбі. Час розігрівання лампи становить 2...4 хв., повторне запалювання можна здійснити лише через 5...10 хв. залежно від умов охолодження. Розмикаючі контакти проміжного реле вимикають котушки своїх реле після подачі напруги на пускорегулювальні апарати.

По закінченні запалювання ламп контакти реле часу *KT2* в колі проміжного реле вимикають котушку *KV1*. А другим своїм контактом вимикається сам.

В ясний світловий день контакт фотореле *K* розмикається і вимикає магнітний пускач *KM*, а він опромінювальні лампи, що приводить до економії електроенергії. Фотореле *K* має фоторезистор *BL*, який знаходиться всередині приміщення теплиці, але не попадає під дію світлового потоку випромінювальних ламп.

При ручному керуванні перемикач *SA* встановлюємо в положення “*P*”. Натискаючи пускову кнопку *SB2* подається напруга на котушку магнітного пускача *KM*. Він своїми силовими контактами подає напругу на лампи опромінювальної установки, а додатковим контактом шунтує кнопку *SB2*. У ручному режимі вимикання установки здійснюється за допомогою кнопки *SB1* “Стоп”, або поставивши перемикач *SA* в положення “*O*”. Лампа *HL*, яка знаходиться на шафі керування, сигналізує про вмикання котушки магнітного пускача *KM* і відповідно про подачу напруги на лампи опромінювальної установки.

Питання для самоконтролю

1. Для чого використовують опромінюючі установки в теплицях?
2. Які тепличні опромінювачі використовуються для опромінення рослин?
3. З чого складається опромінювач типу ОТ-400?
4. Поясніть роботу принципової електричної схеми керування тепличним опромінювачем типу ОТ-400?

ТЕСТИ

1. Які лампи використовуються в тепличному опромінювачі типу ОТ-400?

- А. Метало геною лампою ДМЗ-3000.
- В. Лампою ДРЛФ-400.
- С. Лампою ДКсТЛ 10000.

2. Який пристрій потрібно використовувати для автоматичного керування опромінювачами в теплиці по заданій програмі?

- А. Програмне реле часу.
- В. Фотореле з фоторезистором.
- С. Реле затримки часу.

3. Який пристрій потрібно використовувати для автоматичного керування опромінювачами теплиці залежно від освітленості?

- А. Фотореле з фоторезистором.
- В. Програмне реле часу.
- С. Реле затримки часу.

4. За допомогою принципової електричної схеми ОТ-400МИ вкажіть, які засоби автоматизації використовуються в автоматичному режимі роботи?

- А. Програмне реле часу.
- В. Фотореле з фото резистором, програмне реле часу, реле затримки часу.
- С. Фотореле з фоторезистором, реле затримки часу.

5. За допомогою принципової електричної схеми ОТ-400МИ вкажіть, для чого використовується фотореле К з фотодатчиком ВЛ?

- А. Для автоматичного керування опромінювачем по програмі.
- В. Для ручного керування опромінювачем залежно від освітленості зовні приміщення.
- С. Для автоматичного керування опромінювачем залежно від освітленості в приміщенні.

6. Використовуючи принципову електричну схему ОТ-400МИ, вкажіть несправності, якщо не вмикається котушка магнітного пускача КМ тільки в заданий час доби?

А. Обрив в колі перемикач SA, фотореле К, фотодатчик BL.

В. Обрив в колі живлення програмного реле часу КТ; перемикач SA.

С. Обрив в колі живлення програмного реле часу КТ; перемикач SA, контакт КТ або механічна поломка.

5.5. АВТОМАТИЗАЦІЯ МІКРОКЛІМАТУ В ТЕПЛИЦЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНИХ КОНТРОЛЕРІВ

Програмні контролери та регулятори, в даний час, широко використовуються для підтримання мікроклімату. Їх можна програмувати не тільки по температурі, а у часі на весь період вирощування рослин в теплицях. За допомогою інтерфейсу підключати до ПК та реєструвати, контролювати показники та коректувати технологічні параметри вирощування рослин.

Регулятор температури і вологості, програмований за часом, МПР51-Щ4 призначений для управління багатоступінчатими температурно-вологісними режимами технологічних процесів (рис 5.12). Застосовується МПР51 як вимірник-регулятор температури і вологості, вимірник-регулятор температури і різниці температур, двохканальний вимірник-регулятор температури з додатковим каналом сигналізації.

Регулятор температури і вологості виконує наступні автоматичні функції:

- вимірювання трьох параметрів: температури “сухого” термометра, $T_{\text{сух}}$; температури “вологого” термометра, $T_{\text{вл.}}$; температури повітря, $T_{\text{пов}}$;

- обчислення двох додаткових параметрів: різниці температур; вологості психрометричним методом (за свідченнями “сухого” і “вологого” термометрів);

- два ПД-регулятори для підтримки будь-яких двох з п’яти вище перелічених величин з високою точністю;

- чотири вихідних реле для підключення ТЕНів, охолоджувальних систем, засувки і інших виконавчих пристроїв

- регулювання за заданою користувачем програмою;

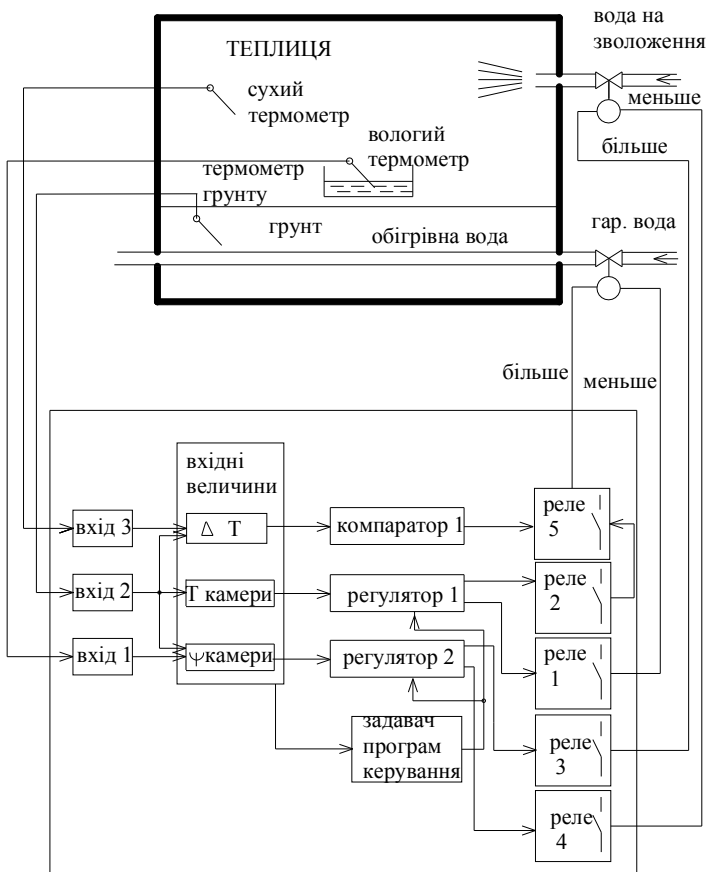


Рис. 5.12. Приклад використання регулятора температури і вологості, програмований за часом, МПР51-Щ4

- додаткове реле і 8 транзисторних ключів: для сигналізації про аварію і про закінчення виконання програми; для управління додатковим обладнанням;
- автонастройка ПІД-регуляторів;
- рівні захисту настройок приладу для різних груп фахівців (налагоджувачів, технологів тощо);

- реєстрація контрольованих параметрів на ПК через адаптер мережі ОВЕН АС2 по інтерфейсу RS-232;
- вбудований інтерфейс RS-485 по замовленню;
- конфігурація на ПК за допомогою програми-конфігуратора (для підключення до ПК використовується спеціальний кабель).

Регулятор МПР51-Щ4 має три входи для вимірювання температур: датчики температури $T_{сух}$, $T_{вол}$ і $T_{пов}$ і підключають до входів 1...3. Прилад має дві модифікації входів: для підключення датчиків ТСМ/ТСП опором 50 Ом; та для підключення датчиків ТСМ/ТСП опором 100 Ом, а також R100 використовуються резистивні датчики положення засувки, які підключаються до входів 4 і 5 (рис. 5.13)

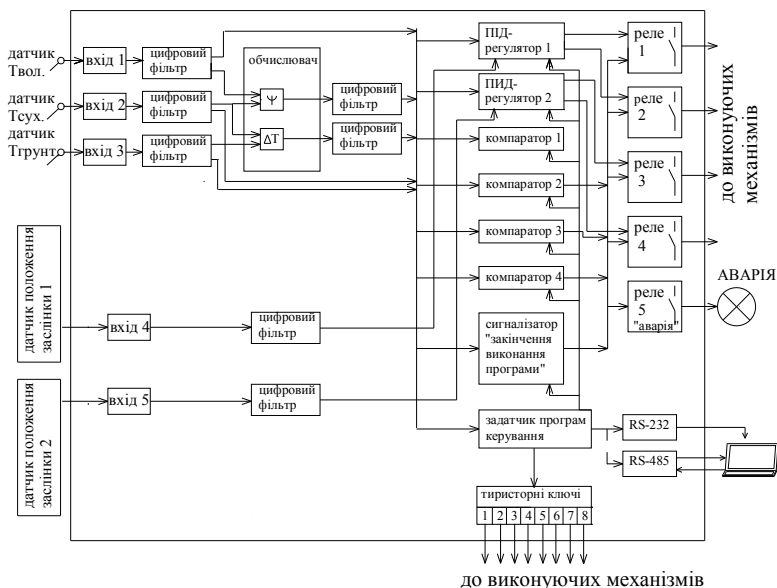


Рис. 5.13. Функціональна схема приладу МПР51-Щ4

За допомогою 2 ПІД-регуляторів МПР51-Щ4 забезпечують точну підтримку будь-яких двох з п'яти виміряних і обчислених параметрів: $T_{сух}$, $T_{вол}$, $T_{пов}$, ψ і ΔT . (рис. 5.14).

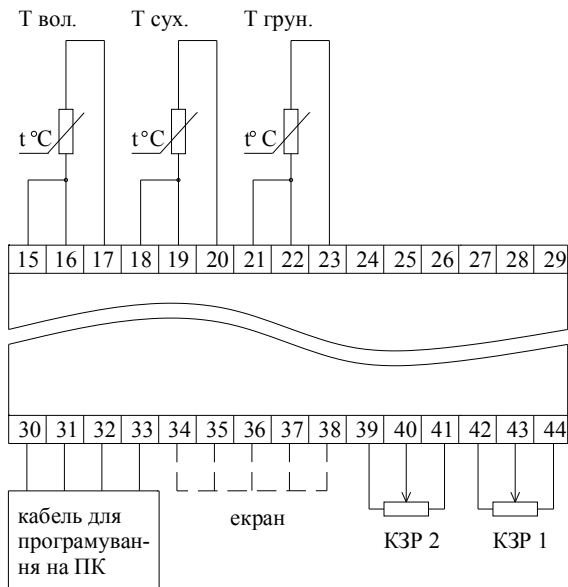


Рис. 5.14. Схема підключень вимірювальних датчиків і датчиків положення заслінки

Для регулювання в МПР51-Щ4 використовуються 4 двопозиційних нормально розімкнених реле із струмом контактів на 4 А при 220 В, які попарно закріплені за ПІД-регуляторами. ПІД-регулятори можуть управляти різними виконавчими механізмами: двохопозиційним (ТЕНом, охолоджувачем) з використанням одного реле; трихопозиційним (засувкою) з використанням двох реле (рис. 5.15).

Для управління додатковим обладнанням або для сигналізації про хід технологічного циклу можна використовувати п'ять реле "Аварія" або 8 транзисторних ключів з відкритим колектором.

Будь-яке незадіяне реле може використовуватися одним з компараторів для сигналізації про вихід контрольованої величини за задані межі або для двохопозиційного регулювання.

Зміна параметрів регулювання здійснюється за заданою користувачем програмою, що складається з послідовних кроків. На кожному кроці програми можуть бути задані:

- вхідна величина (з п'яти можливих) для кожного ПІД-регулятора;

- t вставки підтримуваних температур і вологості;
- умови переходу до наступного кроку – за часом і (або) після досягнення заданого значення температури (вологості);
- швидкість виходу на вставку;
- режими проходження імпульсів для транзисторних ключів.

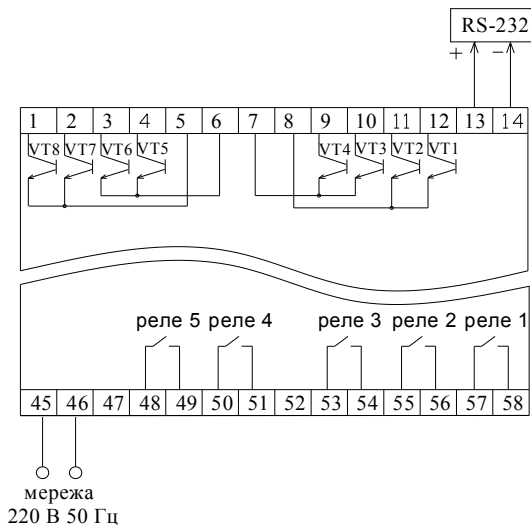


Рис. 5.15. Схема підключення транзисторних ключів і вихідних пристроїв

Програми запам'ятовуються в незалежній пам'яті приладу, а потім використовуються по вибору користувача. Кількість програм, що зберігаються в пам'яті приладу, залежить від числа кроків в кожній. Кількість кроків в програмі задається користувачем. Всього прилад може зберігати від 60 програм по 7 кроків кожна до 5 програм по 99 кроків кожна.

Прилад видає сигнал “Аварія” замиканням контактів п'ятого реле приладу і свіченням світлодіода “Аварія”:

- при виході будь-якого з регульованих параметрів за задані межі;
- при обриві або короткому замиканні датчика;
- при діагностиці неможливості продовження роботи;
- після закінчення виконання програми.

У разі тимчасового відключення живлення під час виконання програми подальші дії приладу визначаються по заданому користувачем алгоритму.

Значення параметрів задаються за допомогою кнопок на лицьовій панелі приладу. Для кожної групи фахівців (налагоджувачів, технологів тощо) є своя група параметрів, доступ до якої можливий тільки через пароль.

Існує можливість завдання і зміни параметрів МПР51-Щ4 за допомогою програми-конфігуратора на ПК. Для цього прилад необхідно підключити до ПК за допомогою спеціального кабелю.

У приладі передбачена можливість реєстрації ходу технологічного процесу на ПК. Для реєстрації можна використовувати SCADA-систему Owen Process Manager або яку-небудь іншу програму.

Залежно від модифікації, підключення приладу до ПК здійснюється по інтерфейсу RS-232 через адаптер мережі ОВЕН АС2 або по інтерфейсу RS-485 через адаптер АС3-м або АС4.

Восьмиканальний універсальний ПІД-регулятор ТРМ148 призначений для побудови автоматизованих систем клімат-контроля і має 8 універсальних входів для підключення широкого спектру датчиків та 8 вбудованих вихідних елементів різних типів у вибраній користувачем комбінації для управління виконавчими механізмами (рис 5.16).

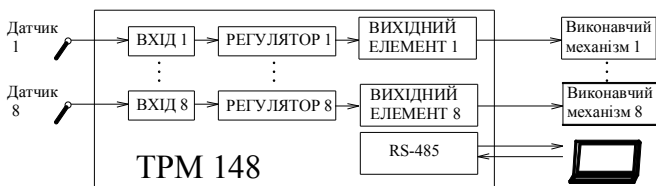


Рис. 5.16. Функціональна схема приладу ТРМ148 2-х позиційними (ТЕНи, двигуни, пристрої сигналізації); 3-х позиційними (засувки, крани)

Регулятор виконує обчислення додаткових функцій від вимірних величин (квадратного коріння, різниці, середнього арифметичного, відносної вологості психрометричним методом, мінімуму, максимуму та ін.). Здійснює, відповідно до завдання, корекцію графіка вставок по вимірюваннях з іншого входу або за часом.

Регулятор здійснює автонастройку ПІД-регуляторів. Має режим ручного управління вихідною потужністю, та можливість підключення ПК через вбудований інтерфейс RS-485.

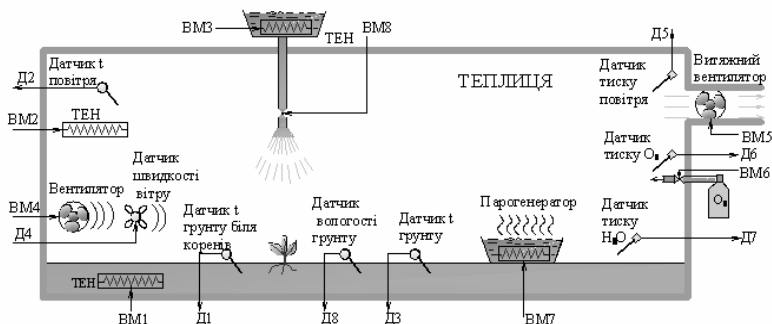


Рис. 5.17. Приклад використання восьмиканального універсального ПІД-регулятора ТРМ148 для підтримання мікроклімату в теплиці

Розміщення датчиків Д1-Д8 в теплиці та виконавчих механізмів ВМ1-ВМ8 показано на рисунку 5.17. Датчик температури Д1 ґрунту на рівні коріння рослин керує роботою обігрівача ґрунту ВМ1, датчик температури повітря Д2 здійснює керування ТЕНами підігріву повітря. Вентилятор для подачі повітря в теплицю автоматично керується залежно від швидкості переміщення повітря Д4, а витяжним вентилятором ВМ5 автоматично керує датчик тиску повітря Д5. Датчик тиску O_2 подає сигнал на керування подачею через електроклапан ВМ6 кисню. Датчик вологості Д8 через регулятор здійснює керування електроклапаном подачі води на полив ВМ8, а температура цієї води підтримується ТЕНами ВМ3 за допомогою датчика Д3.

Питання для самоконтролю

1. Для чого призначений МПР51-Щ4?
2. Які автоматичні функції виконує регулятор температури і вологості МПР51-Щ4?
3. Як здійснюється зміна параметрів регулювання МПР51-Щ4?
4. Для чого призначений восьмиканальний універсальний ПІД-регулятор ТРМ148 ?
5. Як здійснюється підтримання мікроклімату в теплиці за допомогою ТРМ148?

ТЕСТИ

1. Скільки і які входи має регулятор температури і вологості МПР51-Щ4?

А. Чотири входи для вимірювання температур: датчики температури Тсух, Твол, Тпов і ΔT .

В. П'ять входів для вимірювання температур: датчики температури Тсух, Твол, Тпов, ψ і ΔT .

С. Три входи для вимірювання температур: датчики температури Тсух, Твол. і Тпов.

2. Скільки і які виходи має регулятор температури і вологості МПР51-Щ4?

А. 4 двопозиційних нормально розімкнених реле із струмом контактів на 4 А при 220 В, які попарно закріплені за ПД-регуляторами та п'яте реле «Аварія» або 8 транзисторних ключів з відкритим колектором.

В. 5 двопозиційних нормально розімкнених реле із струмом контактів на 4 А при 220 В, які попарно закріплені за ПД-регуляторами

С. 3 двопозиційних нормально розімкнених реле

3. Які додаткові функції виконує регулятор ТРМ148?

А. Обчислення від виміряних величин (квадратного кореня, різниці, середнього арифметичного)

В. Обчислення від виміряних величин (квадратного кореня, різниці, середнього арифметичного, відносної вологості психрометричним методом, мінімуму, максимуму і ін.).

С. Обчислення квадратного коріння, різниці, середнього арифметичного, відносної вологості психрометричним методом, мінімуму, максимуму і ін.

4. Яким виконавчими механізмами здійснює керування ТРМ148?

А. 3-х позиційними (засувки, крани).

В. 2-х позиційними (ТЕНи, двигуни, пристрої сигналізації).

С. 2-х позиційними (ТЕНи, двигуни, пристрої сигналізації), 3-х позиційними (засувки, крани).

6. АВТОМАТИЗАЦІЯ СХОВИЩ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

6.1. АВТОМАТИЗАЦІЯ ОВОЧЕСХОВИЩ

Сховища сільськогосподарської продукції призначені для зберігання зерна, соковитих кормів, комбікормів, картоплі, овочів, фруктів тощо. Зберігання великої маси продукції в обмеженому об'ємі висуває специфічні вимоги до систем автоматизації.

Особливо небезпечними є окремі вогнища загнивання, які швидко розповсюджуються по об'єму продукції, що зберігається. Для запобігання цього явища використовують метод активної вентиляції з інтенсивністю до 300 м³/год на 1 т продукції. Температура повітря, особливо взимку, повинна дотримуватись у допустимих межах, щоб не допустити пошкодження продукції. Тому в окремих випадках сховища обладнують калориферами для підігрівання повітря взимку, або холодильними агрегатами для охолодження повітря влітку і восени. Найважливішими параметрами мікроклімату, що підлягають контролю і регулюванню, є температура і вологість.

Автоматизація мікроклімату в овочесховищах здійснюється з урахуванням агротехнічних вимог зберігання окремих видів сільськогосподарської продукції. Основним діючим фактором є активна вентиляція, яка забезпечує видалення надмірної вологи з поверхні коренеплодів і овочів, а також сприяє вирівнюванню волого-температурних полів в об'ємі продукції, що зберігається.

Повітря в масу продукції, що зберігається подають за допомогою припливних вентиляційних систем, обладнаних відцентровими або осьовими вентиляторами. Режим роботи вентиляційної системи залежить від температури зовнішнього повітря і технології зберігання продукції. Наприклад, технологія зберігання картоплі передбачає три режими: лікувальний, охолодження і зберігання.

У лікувальний період, який триває 2 тижні температура картоплі підтримується на рівні +14...18°C при мінімальному повітрообміні і високій відносній вологості (понад 90%). При закладанні вологої картоплі її підсушують активною вентиляцією повітрям з вологістю не більше 80%.

У період охолодження температуру картоплі знижують до 2-4°C з швидкістю 0,5...0,6 °C на добу при максимальній вологості повітря 100 %. Період охолодження становить 20...25 діб.

Період зберігання – основний період. Температура в об’ємі картоплі підтримується на рівні $+3...4^{\circ}\text{C}$. Відносна вологість максимальна. Вентиляція здійснюється зовнішнім повітрям або сумішшю внутрішнього та зовнішнього повітря (взимку).

Аналогічні агротехнічні вимоги до систем автоматичного управління розроблені й для інших видів овочів.

Для автоматичного управління мікрокліматом овочесховищ розроблені дві системи обладнання: OPTX і “Середовище”.

Обладнання OPTX призначене для підтримання температурного режиму повітря і маси продукції, що зберігається в сховищах до 1000 т (рис. 6.1). Автоматичне управління здійснюється за допомогою шафи автоматичного управління активною вентиляцією ШАУ-АВ (рис. 6.2). Температуру зовнішнього і внутрішнього повітря, повітря в вентиляційному каналі, а також температуру продукції контролюють датчики температури *BK1...BK6* і логометра.

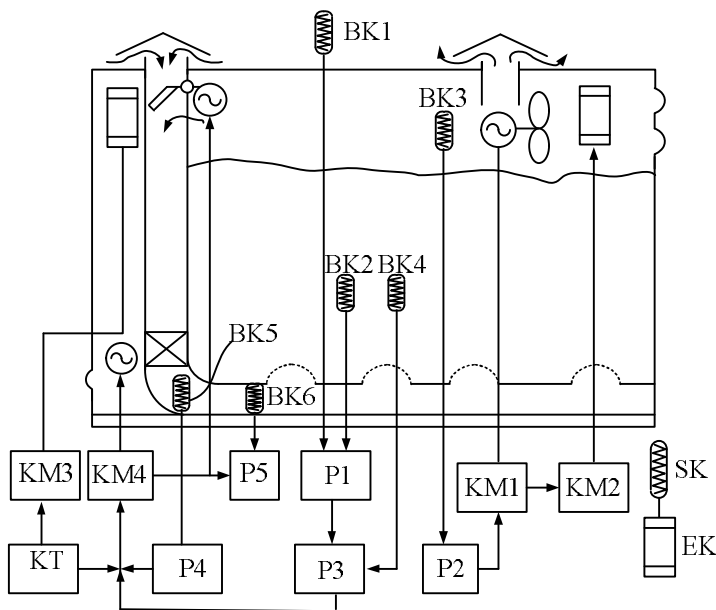


Рис. 6.1. Схема розміщення технологічного обладнання для управління мікрокліматом овочесховища

Перемикачами *SA1* і *SA3* здійснюється вибір управління: ручний або автоматичний. При ручному управлінні кнопки *SB1* і *SB2* управляють вентиляторами і калориферами двох рециркуляційно-опалювальних систем, *SB3* і *SB4* – підігрівачем змішувального клапана, *SB5* і *SB6* – припливну вентиляцію.

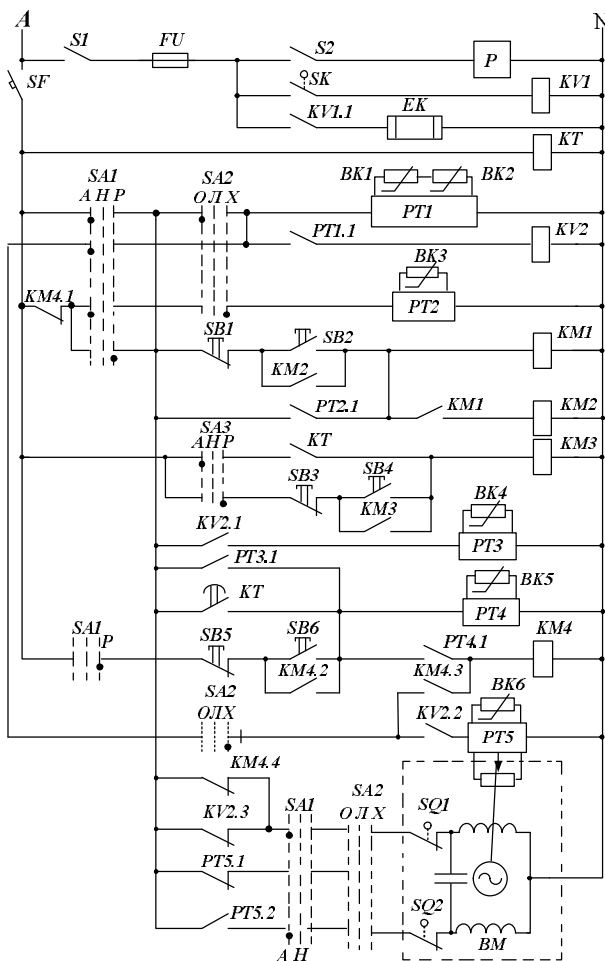


Рис. 6.2. Принципова електрична схема автоматичного управління мікрокліматом в овочесховищі

При автоматичному управлінні (перемикач *SA1* в положенні *A*) робота схеми залежить від періоду зберігання. В лікувальний період (перемикач *SA2* в положенні *Л*) працює вентилятор припливної вентиляції. Періодично (згідно з вставкою програмного реле часу) він вмикається на 30 хв. магнітним пускачем *KM4*.

У період охолодження (перемикач *SA2* в положенні *O*) в дію вводиться диференційний терморегулятор *PT1* (типу ПТРД-2), який порівнює температуру продукції і повітря. При різниці температури більше 2–3°C регулятор *PT1* вмикає проміжне реле *KV2*. Своїми контактами *KV2.1* реле вмикає регулятор *PT3* (ПТР-2) і з витримкою часу – регулятор *PT4*. У результаті пускач *KM4* вмикає вентилятор і пропорційний терморегулятор *PT5* (ПТР-П), який стабілізує температуру повітря в системі припливної вентиляції. При відхиленні цієї температури від заданої терморегулятор *PT5* вмикає виконуючий механізм заслінки змішувальною клапана.

Заслінка повертається в таке положення, при якому співвідношення рециркуляційного і зовнішнього повітря забезпечує потрібну температуру. Охолодження триває доти, поки температура продукції не досягне заданого значення, після чого регулятор *PT3* вимикає припливний вентилятор.

У період зберігання (перемикач *SA2* в положенні *X*) вентилятор вмикається контактами *KT* програмного реле часу для вирівнювання температурних градієнтів у масі продукту. При цьому через контакти *KM4.3* вводяться в дію реле *KV2* і терморегулятори *PT1* і *PT3*. В подальшому схема працює, як і в режимі охолодження.

Якщо температура у верхній частині сховища (*BK3*) стає менше заданої, що може призвести до випадання конденсату, спрацьовує терморегулятор *PT2*, який через магнітні пускачі *KM1* і *KM2* вмикає рециркуляційно-опалювальні агрегати. При зниженні зовнішньої температури до 15°C вмикається підігрівник змішувального клапана.

Обладнання “Середовище-1” призначене для автоматичного контролю, вимірювання і регулювання температури в багатосекційних сховищах (до 8 секцій). Система забезпечує управління температурою продукту і повітря в верхній зоні сховища, стабілізацію температури припливного повітря в межах $\pm 20^{\circ}\text{C}$. Контроль температури здійснюється в 39 точках сховища.

Датчики температури продукту встановлені на глибині 0,5...0,7 м – по одному датчику для двопозиційного регулятора P_M і для регулятора різниці температур P_r і по 3...4 датчики для контролю температури продукту за допомогою логометра P .

Датчики температури верхньої зони BK_B встановлені на половині вільної висоти зони – один датчик для логометра P , а інший – для двопозиційного регулятора P_B , що управляє вмиканням і вимиканням рециркуляційно-опалювальних агрегатів.

Датчики температури BK_B встановлені в каналі подачі повітря після вентилятора перед розподільними клапанами: один датчик для логометра P , другий для двопозиційного регулятора P_K (вмикання – вимикання вентилятора), третій для регулятора пропорційної дії P_H (положення змішувального клапана).

Датчик зовнішньої температури BK_H встановлений на відстані 0,5 м від сховища і захищений від прямої дії сонячних променів. Обладнання функціонує автоматично за сигналами регуляторів або вручну за допомогою магнітних пускачів $KM1 \dots KM5$.

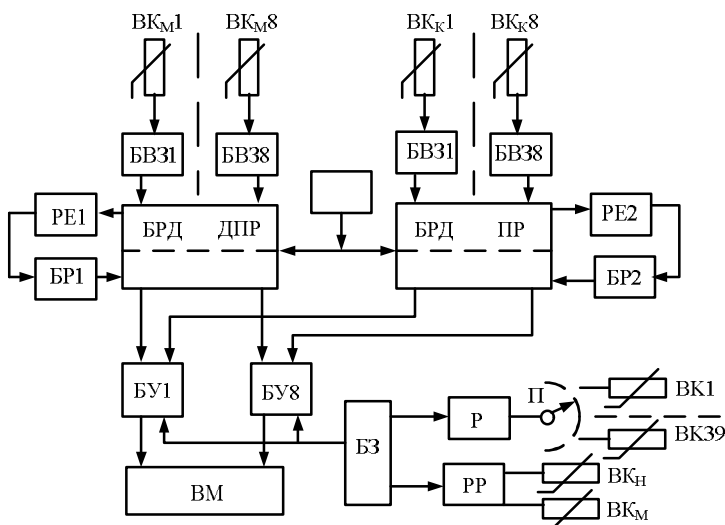


Рис. 6.3. Функціональна схема багатоканальної системи управління мікрокліматом “Середовище-1”

У багатоканальній системі “Середовище-1” (рис. 6.3) відхилення температури від заданої визначається в блоці вимірювань і завдань BVZ і по чергово надходить на терморегулятори. Блоки $БРД$ виконують роль комутаторів двопозиційного ($ДПР$) і пропорційного ($ПР$) регуляторів температури.

Електронні реле *PE1* і *PE2* перетворюють аналоговий сигнал в цифровий і передають в блоки електромагнітних реле *BP1* і *BP2*. Сигнали з блоків *BP1* і *BP2* надходять до відповідних блоків управління *БУ*, які формують сигнали управління виконавчими механізмами *ВМ* і забезпечують підтримання необхідної температури.

Таким чином, блоки *БВЗ*, *PE* і *BP* утворюють регулятори з двопозиційним і пропорційними зонами регулювання, а блоки комутаторів *БРД ДПП* і *БРД ПР* – синхронний автоматичний перемикач для почергового опитування датчиків. Ними ж здійснюється синхронне почергове підключення виконавчих механізмів для управління температурою у відповідних секціях сховища. Електронний блок *БЕ* генерує імпульси, які переключають комутатори *БРД* з заданою періодичністю.

Порівняно із системою ОРТХ обладнання “Середовище-1” має більш широкі функціональні можливості. Крім установок активної вентиляції і опалення, система включає в себе холодильні агрегати, що дає можливість зберігати продукцію протягом усього року.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть призначення і особливості управління мікрокліматом в овочесховищах.
2. Охарактеризуйте овочесховище, як об’єкт автоматичного управління.
3. Поясніть роботу технологічної схеми автоматичного управління температурою в овочесховищі.
4. Яке призначення активної вентиляції в овочесховищах?
5. Від чого залежить режим роботи вентиляційної системи в овочесховищах?
6. Які режими передбачає технологія зберігання картоплі в овочесховищах?
7. З якого основного технологічного обладнання складається установка для підтримання мікроклімату в овочесховищі?
8. Розкажіть про послідовність роботи електричної схеми ШАУ-АВ в періоди охолодження, лікування і зберігання продукції.
9. Поясніть роботу системи управління мікрокліматом “Середовище” по функціональній схемі.

ТЕСТИ

1. Яка характеристика лікувального періоду для картоплі в овочесховищі?

А. Лікувальний період триває 2 тижні, температура картоплі підтримується на рівні $+3...4^{\circ}\text{C}$, відносна вологість максимальна.

В. Лікувальний період триває 2 тижні, температура картоплі підтримується на рівні $+14...18^{\circ}\text{C}$ при мінімальному повітрообміні і високій відносній вологості (понад 90%).

С. У лікувальний період температуру картоплі знижують до $2 - 4^{\circ}\text{C}$ зі швидкістю $0,5...0,6^{\circ}\text{C}$ на добу при тривалості 20 – 25 діб.

2. Яка характеристика періоду охолодження для картоплі в овочесховищі?

А. У період охолодження температуру картоплі знижують до $2 - 4^{\circ}\text{C}$ зі швидкістю $0,5...0,6^{\circ}\text{C}$ на добу при максимальній вологості повітря 100 %, тривалість становить 20 – 25 діб.

В. Період охолодження триває 2 тижні, температура картоплі підтримується на рівні $+14...18^{\circ}\text{C}$.

С. У період охолодження температура картоплі підтримується на рівні $+3...4^{\circ}\text{C}$, відносна вологість максимальна.

3. Яка характеристика періоду зберігання для картоплі в овочесховищі?

А. Температуру в об'ємі картоплі в період зберігання знижують до $2 - 4^{\circ}\text{C}$ зі швидкістю $0,5...0,6^{\circ}\text{C}$ на добу при тривалості 20 – 25 діб.

В. Температуру в об'ємі картоплі в період зберігання, який триває 2 тижні, підтримують на рівні $+14...18^{\circ}\text{C}$.

С. Температура в об'ємі картоплі в період зберігання підтримується на рівні $+3...4^{\circ}\text{C}$, відносна вологість максимальна.

4. Які засоби автоматизації використовуються для автоматичного підтримання температури в овочесховищі?

А. Датчики температури, виконуючий механізм заслінки.

В. Реле часу, терморегулятори.

С. Датчики температури, терморегулятори, реле часу, виконуючий механізм заслінки.

5. Де розміщуються датчики температури в овочесховищі?

А. У масі продукції, зовні приміщення, в повітряному каналі і над масою продукції.

В. У повітряному каналі і над масою продукції.

С. У масі продукції і над масою продукції.

6. Використовуючи принципову електричну схему керування мікрокліматом в овочесховищі, поясніть призначення терморегулятора РТ1.

А. Контролює температуру продукції.

В. Контролює температуру повітря і вмикає припливну вентиляцію.

С. Порівнює температуру продукції і повітря, при різниці температури більше 2 – 3°C вмикає припливну вентиляцію

7. Використовуючи принципову електричну схему керування мікрокліматом в овочесховищі, поясніть призначення терморегулятора РТ3.

А. Вмикає припливний вентилятор в період охолодження, коли температура продукції перевищить задане значення.

В. Вмикає припливний вентилятор в період охолодження, коли температура продукції досягне заданого значення.

С. Вмикає припливний вентилятор в період зберігання коли температура продукції впаде нижче заданого значення

8. Для чого використовується реле часу в період зберігання в овочесховищі?

А. Вмикає вентилятор.

В. Вмикає заслінку.

С. Вмикає вентилятор для вирівнювання температурних параметрів у масі продукту.

9. Для чого використовується виконавчий механізм заслінки в овочесховищі?

А. Для зменшення температури повітря в системі припливної вентиляції.

В. Для стабілізації температури повітря в системі припливної вентиляції.

С. Для збільшення температури повітря в системі припливної вентиляції.

6.2. АВТОМАТИЗАЦІЯ ФРУКТОСХОВИЩ

Автоматизація фруктосховищ. Конструкції фрукто- і овочесховищ мають багато загального. Автоматизація зберігання фруктів викликана необхідністю охолодження продукту, точної підтримки температури та відносної вологості повітря. Тому в системі автоматизації устаткування фруктосховища передбачено управління повітроохолоджувальними установками, подачею пари для зволоження повітря в камерах і концентрацією газу в газових сховищах.

У приміщеннях для зберігання фруктів (фруктосховищах) концентрацію діоксиду вуглецю підтримують на рівні, істотно вищому, ніж в атмосферному повітрі: 1 % і більш. При цьому зміст кисню зменшується, а азоту збільшується, завдяки чому поліпшуються умови зберігання фруктів. Зміст CO_2 регулюють, пропускаючи циркуляційне повітря через вапняне молоко або спалюючи газ при контрольованій подачі повітря. Отримана, таким чином, газова суміш, збагачена також і азотом, охолоджується і подається в сховище. Температура зберігання, що рекомендується, – менше 5°C , але не нижче за температуру підмерзання плодів, яка повинна підтримуватися з високою точністю. Велике значення має також контроль вологості газової суміші, від якої залежить втрата вологи плодами, що зберігаються, і контроль вмісту газу етилену, що виділяється плодами.

Для фруктосховищ, що мають місткість від 1000 до 3000 т розроблений комплект електрообладнання, який забезпечує автоматичне управління мікрокліматом у камерах зберігання фруктів, управління роботою конденсаторного і випаровувального обладнання, захист компресорів охолоджувальних машин та сигналізацію нормальних і аварійних режимів роботи. Один комплект може автоматично управляти двома–чотирма камерами.

Система автоматичного управління мікрокліматом фруктосховища призначена для підтримання в камерах заданих значень температури, вологості повітря, циклічного його перемішування в камерах; вмикання і вимикання установок припливної та витяжної вентиляції, а також для контролю за станом температури і вологості повітря в камерах і окремих точках холодильної установки.

Електрична принципова схема системи управління мікрокліматом у фруктосховищі зображена на рисунку 6.4. Напряму на схему подається кнопкою *SB6*. У разі необхідності можливе відключення всіх

агрегатів за допомогою кнопок $SB1...SB5$, розташованих в різних місцях фруктосховища. За допомогою кнопок $SB7$, $SB8$ керують аварійним вентилятором $M1$ (потужністю 1,5 кВт)

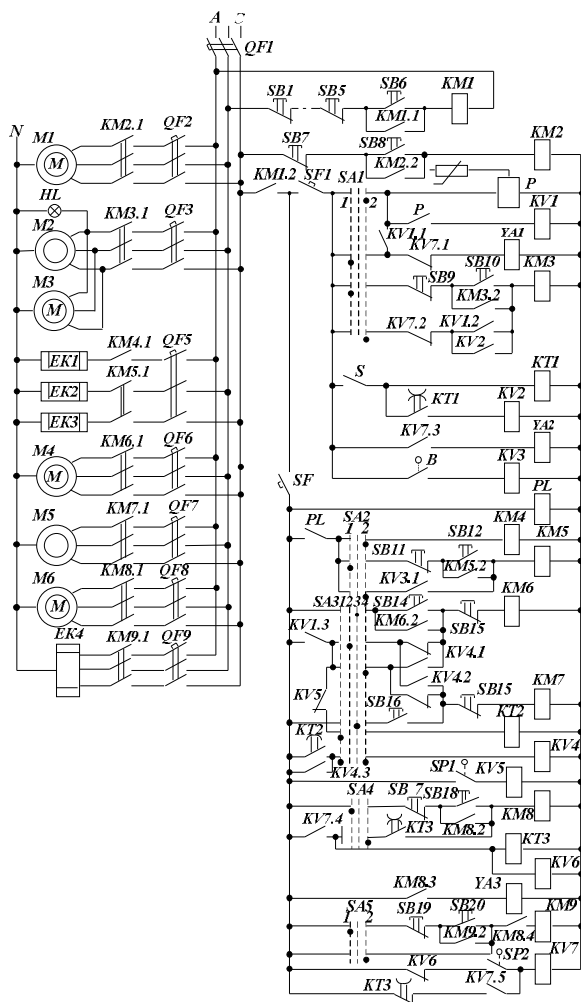


Рис. 6.4. Принципова електрична схема автоматичного управління мікрокліматом у фруктосховищі

Схема управління температурою і відносною вологістю повітря вмикається автоматом *SF1*. Перемикач *SA1* задає режим роботи системи: ручний (1) або автоматичний (2).

В автоматичному режимі при підвищенні температури в камері спрацьовує терморегулятор *P*, який через реле *KV1* вмикає електромагнітний аміачний клапан *YA1*, вентилятори повітроохолоджувальних установок *M2*, *M3* та один з аміачних насосів (*M4* або *M5*) подачі аміаку, як холодоносія в охолоджувальні камери. Коли температура в камері досягає заданого значення, контакти терморегулятора розмикаються і все електрообладнання відключається.

Режим роботи аміачних насосів встановлюється перемикачем *SA3*: 1 – обидва насоси відключені, 2 – робочий насос *M4* (*M5* в резерві), 3 – ручне управління, 4 – робочий насос *M5* (*M4* в резерві).

При вдалому запуску насоса спрацьовує датчик тиску *SP1*, який вмикає проміжне реле *KV5*. Реле *KV5* одним контактом подає напругу на ввімкнення компресорів холодильної установки, а іншим – вмикає реле затримки часу *KT2*, призначене для включення резервного насосу.

При невдалому запуску або при зменшенні тиску аміаку в системі робочого насоса датчик *SP1* розмикає реле *KV5*, що призводить до спрацювання реле *KT2*. З затримкою 10 с реле *KT2* вмикає реле *KV4*, яке підключає резервний насос.

Відносна вологість повітря в камері фруктосховища підтримується регулятором вологості *B*. При пониженні вологості повітря контакти *B* вмикають реле *KV3*, яке підключає додаткові секції електропароутворювачів *EK2* і *EK3*. При досягненні заданої вологості подача пару припиняється. Підігрівник *EK1* ввімкнений для запобігання замерзанню води при низьких зовнішніх температурах.

Схема передбачає захист пароутворювача від “сухого ходу” за допомогою регулятора рівня води *PL*. При зниженні рівня води регулятор розмикає контакти *PL* і відключає нагрівник *EK1...EK3*.

Для рівномірнішого розподілу волого-температурного поля всередині об'єму камери передбачене циклічне перемішування повітря за допомогою вентиляторів. Режим управління роботою вентиляторів (тривалість роботи і час ввімкнення-вимкнення) забезпечується програмним реле *KT1*, яке вмикає електродвигуни *M2* і *M3* вентиляторів.

Системою автоматики передбачене управління процесом видалення льоду (снігової шуби), яка наростає на поверхні охолодників. Режим роботи встановлюють перемикачами *SA4* і *SA5*. В автоматичному режимі наявність “шуби” встановлює реле тиску *SP2*, яке

сприймає різницю в тиску до і після охолодника. При обмерзанні повітропроводів ця різниця збільшується, що призводить до замикання контактів *SP2* і спрацювання реле *KV7*. Реле *KV7* своїми контактами відключає магнітний пускач *KM3* вентиляторів охолодників і аміачний клапан *YA1*. Одночасно воно вмикає електромагнітний клапан *YA2* води розморожування, а іншою групою контактів – реле затримки часу *KT3* і реле *KV6*. Реле *KV6* вимикає реле *KV7*. Із затримкою 3 хв., достатньою для виходу аміаку з охолодника, контактом *KT3* вмикається пускач *KM8*, який включає насос *M6* води розморожування і електромагнітний клапан виходу води *YA3*. Магнітний пускач *KM9* вмикає додаткову секцію нагрівників води *EK4*. Через 27 хв. контактом *KT3* насос *M6*, нагрівник *EK4* і клапан *YA3* вимикаються. Цикл розморожування закінчений і через 3 хвилини (за цей час з охолодника збігає вода) реле *KV7* повертається в початкове положення і знову вводить в автоматичну роботу ланки управління аміачним клапаном *YA1* і електроприводами *M2* і *M3* вентиляторів-охолодників.

Крім пристроїв управління мікрокліматом в камерах, комплект автоматики містить в собі автоматичні системи управління рівнем аміаку, компресорами; управління повітряною завісою, яка вмикається при відкритті камер, а також прилади контролю, сигналізації і захисту електрообладнання.

Питання для самоконтролю

1. Які параметри забезпечує комплект електрообладнання для фруктосховищ?
2. Для чого призначена система автоматичного управління мікрокліматом в фруктосховищі?
3. Поясніть роботу принципової електричної схеми керування мікрокліматом фруктосховища.
4. Які засоби автоматизації використовуються в схемі керування фруктосховищем?

ТЕСТИ

1. Які засоби автоматизації використовуються для підтримання в системі необхідного тиску аміаку фруктосховища?

- А. Датчик тиску, вологості.
- В. Датчик температури, реле часу.
- С. Датчик тиску, реле часу.

2. Які засоби автоматизації використовуються для підтримання мікроклімату в фруктосховищі?

- А. Датчик температури з терморегулятором, електроклапан аміаку.
- В. Датчик температури з терморегулятором, реле часу.
- С. Датчик температури з терморегулятором, електроклапан аміаку, датчик вологості, реле часу.

3. Які засоби автоматизації використовуються для підтримання вологості в фруктосховищі?

- А. Датчик вологості, реле часу.
- В. Датчик вологості, реле рівня води.
- С. Датчик температури, реле рівня води.

4. Використовуючи принципову електричну схему керування мікрокліматом в фруктосховищі, поясніть призначення реле часу КТ1.

- А. Для циклічного перемішування повітря всередині камери за допомогою електродвигунів М2 і М3 вентиляторів
- В. Для вмикання електроклапана.
- С. Для вимикання електродвигунів М2 і М3 вентиляторів.

5. Для чого використовуються реле часу в схемі керування мікрокліматом в фруктосховищі?

- А. Для періодичного вмикання з затримкою резервного насоса аміаку та програмного розморожування охолодника.
- В. Для періодичного вмикання електродвигунів вентиляторів, з затримкою резервного насоса аміаку та програмного розморожування охолодника.
- С. Для періодичного вмикання електродвигунів вентиляторів.

6. Як здійснюється зволоження повітря в фруктосховищі?

А. Вода попадає на електропароутворювач, створюючи пар, який підхоплюється вентилятором і подається на охолодник.

В. Вода попадає на диск, що обертається.

С. Вода розпилюється через форсунки.

7. Які засоби автоматизації використовуються для підтримання тиску аміаку в системі фруктосховища?

А. Реле часу, датчик вологості.

В. Реле часу, датчик тиску.

С. Електроклапани, датчик тиску

8. Які засоби автоматизації використовуються для розморожування “снігової шуби” фруктосховища?

А. Реле часу, датчик різниці тиску, електроклапани.

В. Реле часу, електроклапани.

С. Датчик різниці тиску, електроклапани.

9. Як утворюється “снігова шуба” в фруктосховищі?

А. Повітря за допомогою вентилятора попадає на охолодник, що призводить до обмерзання.

В. Вологе повітря за допомогою вентилятора попадає на охолодник, що призводить до обмерзання.

С. Зовнішнє повітря за допомогою вентилятора попадає на охолодник, що призводить до обмерзання.

6.3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБЛІКУ, КОНТРОЛЮ І СОРТУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ В СХОВИЩАХ

Контроль і облік сільськогосподарської продукції дозволяють вчасно виявити й усунути всі недоліки виробництва і цим сприяти підвищенню якості і збільшенню кількості сільськогосподарської продукції.

Продукцію, що поступає в сховище і ту, що відпускається з нього, обов’язково обліковують і реєструють у спеціальній відомості і передають дані в пам’ять ЕОМ. Продукцію зважують на залізничних чи автомобільних вагах, які встановлюють безпосередньо при в’їзді на територію сховища.

Якість збереження сільськогосподарської продукції контролюють візуально на місцях по відібраних зразках та хімічними методами в лабораторіях господарств і районних центральних лабораторіях. Результати аналізів фіксують у спеціальних журналах і повідомляють керівникам і агротехнічним службам господарств.

За допомогою технічних засобів автоматики контролюють мікроклімат у сховищах, температуру і вологість збереженого продукту, очищають його і сортують перед закладкою на збереження і перед надходженням до споживача чи на посів.

Зерно і зернопродукти на збереження закладають попередньо очищеними, просушеними й охолодженими до 10°C і нижче до температур, при яких усі життєві функції живих компонентів зернової маси загальмовуються. Для успішного збереження зерна в складах необхідно періодично контролювати вологість і температуру зернової маси.

Вологість контролюють у лабораторних умовах шляхом перевірки проб насіння, взятих з окремих місць сховища, а температуру – за показниками датчиків температури, які встановлюють у визначені місця зернової маси, що зберігається. Для насіннєвого зерна не можна допускати зниження температури до – 2°C і нижче, тому що через наявність вільної води і її замерзання порушується цілість насіння і знижується схожість. За показниками датчиків температури виявляють вогнища самозігрівання зернової продукції і гнилі в овочесховищах.

Самозігрівання вологої зернової маси виникає внаслідок біохімічних процесів, що протікають у ній, і поганій теплопровідності. При цьому температура в ділянці насипу, що самозігрівається, піднімається до 55...65°C, а іноді до 70...75°C, що веде до втрати посівних, технологічних, харчових і фуражних якостей зернових продуктів.

Самозігрівання виникає в невентильованих місцях, в яких знаходиться зерно з підвищеною вологістю, особливо свіжозібране, з великою фізіологічною активністю.

Процес самозігрівання зернових продуктів і гниття картоплі та овочів супроводжується не тільки підвищенням температури, але й збільшенням виділення води. Унаслідок цього вогнища самозігрівання і гниття можна виявляти не тільки датчиками температури, але й по збільшенню показань датчиків відносної вологості повітря, що закладаються в масу продукції, яка зберігається.

Сортування сільськогосподарської продукції. Оскільки питання очищення і сортування зернових культур і продуктів їхні

переробки розглядаються в курсі “Машини та обладнання в агропромисловому комплексі”, то тут розглянемо нові принципи автоматичного сортування сільськогосподарської продукції по її оптичних властивостях, що характеризує ступінь зрілості й інші якості плодів томатів і яблук, бульб картоплі, коренеплодів, а також листя тютюну.

Сортування **картоплі** за розмірами, відділення грудок землі, каменів, бульб уражених гнилизною і фітозеленню є дуже важливою післязбиральною операцією та операцією при закладанні її на збереження. Необхідність сортування картоплі перед посадкою викликана тим, що в процесі збереження до 15...20% бульб насінневої картоплі уражається різними гнилями, основна частина з яких складає суха гниль.

Витрати ручної праці на відділення бульб, що загнилися, перед посадкою складають 20...30% загальних трудозатрат на виробництво картоплі, а посадка несортованої картоплі приводить до недобору 15...20% врожаю.

Для сортування картоплі розроблені оптичні, радіоізотопні і температурні методи виявлення бульб, що загнили, і бульб уражених фітозеленню, а також грудок ґрунту і каменів.

Розглянемо принцип роботи оптичної установки для автоматичного сортування бульб картоплі (рис. 6.5), що використовує спектральні характеристики коефіцієнтів відбиття. Спектральні характеристики коефіцієнтів відбиття здорових і хворих бульб, як і грудок ґрунту і каменів, мають великі розходження на визначених довжинах хвиль. З бункера-живильника 3 бульби картоплі 4 надходять на роликотранспортер, що поштучно виставляє і, обертаючи, переміщує їх у зону оптичного огляду.

Відбитий від бульби оптичний потік інфрачервоного випромінювання 5 проходить через об'єктив 6 і аналізатор зображення 7 на дільник випромінювання 8. З дільника випромінювань оптичний потік, розділений на два канали, надходить через конденсатори 9 і фільтри 10 до фотоприймачів 11. Аналізатор зображення дозволяє по черзі оглядати (сканувати) поверхню бульби.

Від фотоприймачів сигнали, пропорційні коефіцієнтам відображення оптичного потоку від поверхні бульби на двох довжинах хвиль (0,95 мкм і 1,25 мкм), надходять на електронний блок обробки 12. Електронний блок віднімає ці сигнали. У результаті на виході блоку 12 з'являється сигнал, що передається на виконавчий механізм 13 тільки від ушкодженої бульби чи грудок ґрунту і каменів.

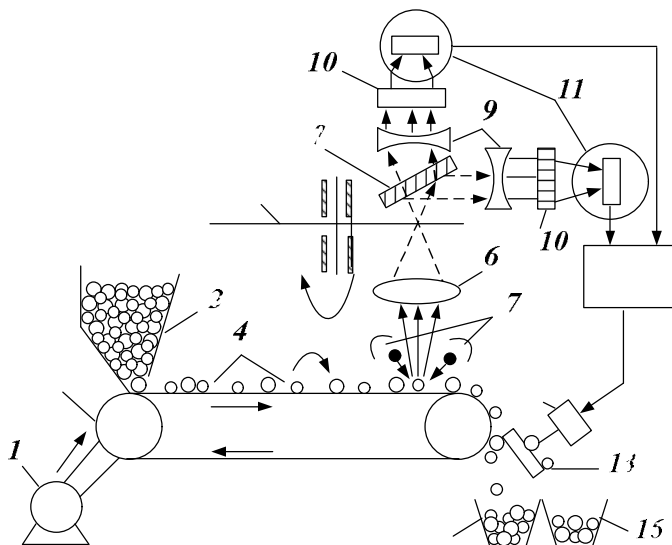


Рис. 6.5. Схема установки для автоматического сортирования бульб картоплі:

1 – електропривод; 2 – транспортер-вистроювач; 2 – бункер-живильник;
4 – бульби картоплі; 5 – оптичні випромінювачі; 6 – об'єктив 7 – аналізатор
зображення; 8 – діляник випромінювання; 9 – конденсатори; 10 – оптичні
фільтри; 11 – фотоприймачі; 12 – блок обробки інформації; 13 – виконавчий
механізм; 14 – заслінка; 15 і 16 – ємності для відходів і здорових бульб

У цьому випадку електромеханічний виконавчий механізм 13 повертає заслінку 14 і направляє гнилу бульбу чи сторонні тіла в ємність 15 для відходів.

При огляді здорової бульби різниця сигналів від обох фотоелементів позитивна, виконавчий елемент 13 не спрацьовує, а бульба вільно падає в ємність 16. Час передачі бульби з зони огляду в ємності погоджується з часом проходження сигналу і спрацьовування механізму 13 так, щоб останній відкидав пошкоджену бульбу при проходженні його повз заслінку 14. Продуктивність сучасної установки – до 6 штук бульб у секунду, або близько 2 т/год, похибка в роботі 5...10% в залежності від забруднення поверхні, а на мокрих бульбах похибка доходить до 30%.

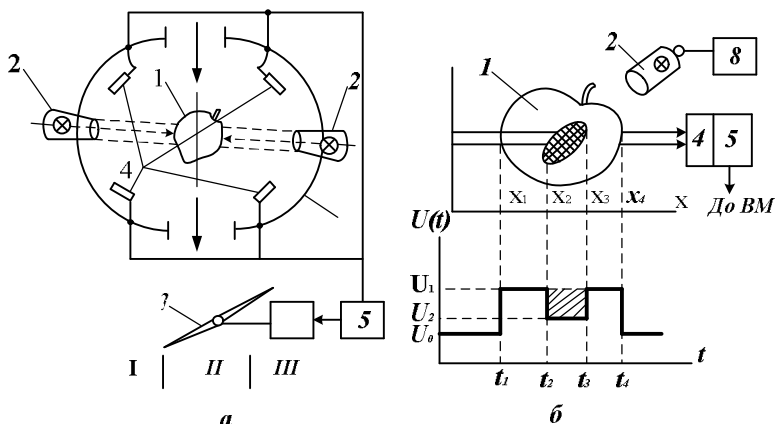


Рис. 6.6. Схеми автоматичного сортування плодів томатів (а) і яблук (б) за оптичними спектральними характеристиками:
 1 – плід; 2 – освітлювачі; 3 – фотометрична камера; 4 – фотоелементи;
 5 – підсилювально-перетворювальний пристрій; 6 – виконавчий механізм;
 7 – заслінка; 8 – привод скануючих пристроїв

Сортування **плодів томатів** проводять за розмірами і зрілістю, а також відокремлюють плоди, уражені хворобами. За розмірами плоди томатів сортують на механічних калібрувальних машинах.

При поділі за зрілістю і відділенні хворих плодів заміряють пружність і твердість шкірочки плодів чи їх оптичні відбивні властивості.

На рисунку 6.6 а, показаний принцип поділу плодів томатів на 3 фракції по зрілості, а точніше, по забарвленню їхньої поверхні. Плід 1 у вільному падінні пролітає через центр фотометричної камери 3, де він опромінюється освітлювачами 2 видимого випромінювання. Відбиті від плоду промені, багаторазово переломлюючись на внутрішній, пофарбованій в білий колір поверхні камери, попадають на світлочутливі фотоелементи 4.

При відсутності плоду потоки видимого випромінювання від джерел освітлення, спрямовані назустріч один одному, створюють незначну освітленість у камері.

При перетинанні плодом світлового потоку фотоелементи 4 сприймають відбитий потік визначеного спектра, що залежить від зрілості (кольору) плоду 2. Сигнал з фотоелементів додається і подається на підсилювально-перетворювальний пристрій 5, що за

допомогою виконавчого механізму 6 із заслінкою 7 розділяє плоди на три фракції – I, II і III (зелені, бурі і червоні).

Для сортування **плодів яблука**, що мають пошкоджену поверхню від механічних ударів чи плями на шкірці від хвороб використовуються скануючі пристрої (рис. 6.6, б). У скануючій системі видиме випромінювання від освітлювача 2, керованого за допомогою електропривода 5, поелементно освітлює поверхню плоду. Відбитий промінь сприймається фотоелементом 4 і направляється в підсилювально-перетворювальний пристрій 5. Значення вихідного сигналу $u(t)$ фотоелемента залежить від стану поверхні і змінюється в часі за формою, показаної на нижній частині рисунка 6.6 б.

З виходу пристрою 5 до виконавчого механізму установки, що сортує, надходить сигнал, пропорційний площі ушкодження $S_{\text{п}}$.

Сортувальну установку можна використовувати для поділу овочів і плодів за розміром, переналагодивши підсилювально-перетворювальний пристрій на обчислення суми, пропорційної площі $S_{\text{м}}$ перетину об'єкта.

Розроблений метод і схема сортування **листів тютюну** за кольором на три товарних сорти.

Ручне сортування листів тютюну малопродуктивне і часто необ'єктивне, що приводить до значного зниження якості тютюнової сировини.

Для автоматичного сортування листів тютюну на три товарних сорти запропоновано використовувати відбивні властивості листів тютюну і їхні колірні характеристики в так званій стандартній калориметричній системі RGB (перші букви англійських слів червоний, зелений і голубий). Останній показник тісно зв'язаний з характеристикою гатунку листів: до першого гатунку відносять жовті листи із вмістом темної зелені до 20 % площі листа, до другого – із вмістом темної зелені до 50% і до третього – вище 50%. Закупівельна ціна першого гатунку в 4...5 разів вище ціни нижчого гатунку тютюну.

Пристрій, що сортує листя, визначає відсоток темної зелені на площі листа тютюну, а залежно від цього відсотка листи розділяють на три гатунки.

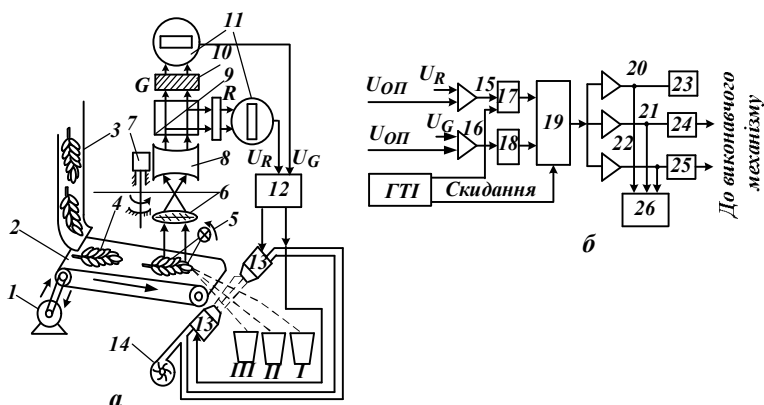


Рис. 6.7. Схеми розпізнавального пристрою (а) і електронного блоку (б) автоматичного сортування листів тютюну на три товарних гатунки:
 1 – електропривід транспортера; 2 – транспортер; 3 – пристрій, що подає листя тютюну; 4 – листя тютюну; 5 – освітлювач; 6 – об’єктив;
 7 – скануючий диск з електроприводом; 8 – конденсатор; 9 – світлорозподілююча оптика з дихронічними дзеркалами; 10 – коригувальні фільтри;
 11 – фотоелементи; 12 – електронний блок аналізу; 13 – пневматичні виконавчі механізми; 14 – компресор; 25, 16 – підсилювачі-компаратори;
 17, 18 – логічні елементи “І”; 19 – обчислювальний пристрій;
 20, 21, 22 – компаратори; 23, 24, 25 – реле виконавчих механізмів;
 26 – блок індикації; I, II, III – ємності для прийому листів тютюну відповідного гатунку; ГТИ – генератор тактових імпульсів

Принцип дії пристрою, що сортує листя тютюну, наведено на рисунку 6.7. Лист тютюну 4 надходить на транспортер 2 із подаючого пристрою 5. Транспортер за допомогою електропривода 1 переносить лист у зону сканування. Оптичний потік випромінювача 5, відбиваючи від листа, проходить через об’єктив 6, отвір скануючого диска 7 і конденсатора 8 на світлорозподілюючу оптику 9 з дихронічними дзеркалами. В оптику 9 потік відбитого випромінювання розділяється на два канали, у яких за допомогою фільтрів 10 виділяються ділянки спектрів G і R . Оптичні сигнали, пропорційні значенням G і R , сприймаються фотоелементами 11 і передаються у формі напруг U_R і U_G на електронний блок аналізу 12. В електронному блоці напруги U_R , і U_G порівнюються з опорними напругами $U_{оп}$, що визначають границю поділу між кольорними характеристиками R і G . Обчислювальний

пристрій 19 разом з логічними елементами “І” 17 і 18 визначає значення темно-зеленої площі S_G і жовтої площі S_R листа й обчислює відсоток темно-зеленої площі K .

Генератор тактових імпульсів ГТІ включає в роботу логічні елементи тільки при потраплянні листа тютюну в поле об’єктива і скидає результати обчислення при відході листа тютюну з поля об’єктива.

Вихідний сигнал з обчислювального пристрою надходить на компаратори 20, 21 і 22, що розділяють його на три канали відповідно до визначеного сорту листа. З компараторів сигнали проходять на індикатор 26, що визначає кількість листів по сортах, і на реле 23, 24 і 25. Листи першого гатунку вільно направляються в ємність I, а листи другого і третього гатунку за допомогою реле 24 і 25 і пневматичних клапанів 13 – у ємності II і III. Живлення пневмоклапанів здійснюється від повітряного компресора 14.

Експериментальний зразок пристрою показав похибку сортування 4,5% і продуктивність до 10 листів у секунду, чи 65 кг/годину. Аналогічний пристрій використовують для сортування розсади на задану кількість груп в залежності від сумарної площі листів.

Електричні способи сортування сільськогосподарської продукції і матеріалів ґрунтуються на тому, що їх електричні параметри (електропровідність, діелектрична проникність, поляризованість та ін.) залежать від складу і структури будови, стиглості і зрілості, біофізичних і біохімічних властивостей, шорсткості поверхні, щільності, життєздатності і інших властивостей матеріалу, що сепарується.

Принцип дії таких сепаруючих пристроїв розглянемо на прикладі діелектричних сепараторів, що застосовуються в сільському господарстві для виділення біологічно цінного насіння, очищення насіння від важковідокремлюваного карантинного насіння смітних рослин і для калібрування насіння (за розмірами, однотипністю посівних і харчових властивостей тощо).

На рисунку 6.8 показана функціональна схема діелектричного сепаратора насіння. На циліндричному барабані 3 біфілярно намотана в один шар двопровідна ізольована обмотка. До несполучених між собою проводів обмотки від автотрансформатора 1 через кільця 5 і газосвітний трансформатор (усередині барабана) подається напруга 0,5...0,7 кВ промислової частоти 50 Гц. Значення напруги встановлюють відповідно до виду насіння, що сепарується (злакові, овочеві боби, олійні, квіткові і інші культури). Насіння з бункера 2, потрапляючи на обмотку 6, притягуються до неї, а потім під дією сили тяжіння і

відцентрових сил відриваються з нижньої частини барабана і потрапляють в різні секції приймального бункера залежно від їх властивостей. Щітки 4 служать для видалення з обмоток прилиплої дрібної і легкої смітної домішки і пилу.

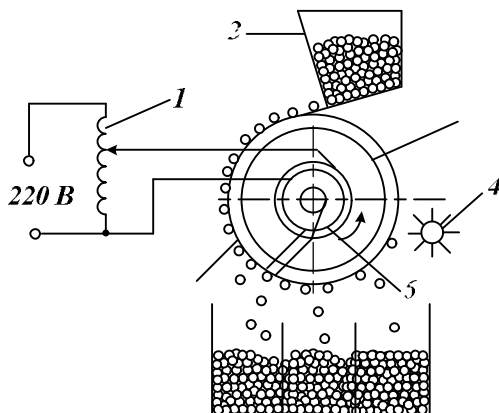


Рис. 6.8. Функціональна схема діелектричного сепаратора насіння:

1 – автотрансформатор; 2 – бункери; 3 – барабан; 4 – щітка;
5 – кільця; 6 – обмотка

Таким чином виділяється фракція насіння (зазвичай перша по напрямку обертання барабана), що має кращі посівні якості. З такої фракції виходить вища врожайність (на 15...20 %), знижуються норми висіву майже в 2 рази, спостерігається раніше одночасне дозрівання урожаю з підвищеною на 10...15 % стандартністю продукції.

Електричні, оптичні, теплові і акустичні властивості сільськогосподарської продукції використовують також при створенні нових приладів контролю зрілості кавунів, посівних якостей насіння, вмісту жиру і білка в молоці, свіжості яєць, вгодованості тварин, тощо.

Питання для самоконтролю

1. Поясніть необхідність використання контролю і обліку сільськогосподарської продукції?
2. Поясніть призначення технічних засобів автоматики під час контролю і обліку сільськогосподарської продукції?

-
-
3. Які операції виконують перед закладанням зерна і зернопродуктів на збереження в зернові елеватори?
 4. Принципи роботи систем автоматичного сортування бульб картоплі, плодів томатів, яблук, листя тютюну і яєць.
 5. Поясніть роботу установки автоматичного сортування бульб картоплі по технологічній схемі.
 6. Поясніть роботу установки автоматичного сортування томатів по схемі.
 7. Поясніть роботу установки автоматичного сортування яблук.
 8. Поясніть роботу установки автоматичного сортування листя тютюну по схемі.
 9. Поясніть роботу установки діелектричного сепаратора насіння.

ТЕСТИ

1. Які параметри контролюють під час зберігання зерна на зернових елеваторах?

- A. Температуру зернової маси.
- B. Вологість зернової маси.
- C. Вологість і температуру зернової маси.

2. Коли виникає самозігрівання зерна на елеваторах?

- A. Внаслідок біохімічних процесів, що протікають у ній.
- B. Внаслідок біохімічних процесів, що протікають у ній, і поганої теплопровідності.
- C. Внаслідок і поганої теплопровідності.

3. Який принцип використовується на установці для автоматичного сортування картоплі?

- A. Використовується оптична установка для автоматичного сортування бульб картоплі, що використовує спектральні характеристики коефіцієнтів відображення бульб
- B. Використовується оптична установка для автоматичного сортування бульб картоплі.
- C. Використовуються спектральні характеристики коефіцієнтів відображення бульб.

7. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

7.1. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ

Енергопостачання – це надійне і безперебійне забезпечення сільських споживачів електричною енергією, газом, гарячими повітрям і водою, парою і холодом.

Без пристроїв і систем автоматики неможливо організувати економічне, надійне і безперебійне енергопостачання сільських споживачів.

Без автоматичних пристроїв захисту і блокування, керування і регулювання, виміру і сигналізації людина не в змозі швидко знайти й усунути пошкодження, а також керувати швидкопротікаючими технологічними процесами в установках електропостачання.

Завдяки автоматизації підвищується забезпечення безперебійного електропостачання сільських споживачів і надійності роботи електроустановок, скорочується кількість обслуговуючого персоналу й експлуатаційні витрати, зростає якість електричної енергії і швидкість керування технологічними процесами, знижується собівартість виробленої електроенергії і поліпшуються умови роботи обслуговуючого персоналу.

В установках сільського електропостачання широке застосування знайшли різні пристрої автоматики енергосистем.

Пристрої автоматичного захисту захищають електричні установки від ненормальних (перевантаження, зниження чи підвищення напруги і частоти) і аварійних (короткі замикання, неповнофазні режими, атмосферні перенапруги тощо) режимів. Захист виконують за допомогою плавких запобіжників, теплових розчіплювачів, магнітних пускачів, теплових і електромагнітних розчіплювачів автоматів і різних реле.

Пристрої автоматичного секціонування мереж дозволяють зберегти електропостачання основної маси споживачів шляхом автоматичного відключення пошкодженої ділянки мережі і частини споживачів, що живляться від цієї ділянки.

Автоматичне повторне включення (АПВ) забезпечує збереженість електропостачання шляхом автоматичного відключення пошкодженої ділянки на короткий час, а потім зворотного його включення після усунення в безструмову паузу короткого замикання. Звичайно такі минаючі (хитливі) короткі замикання спостерігаються в

лініях електропередач. Завдяки АПВ число перерв у постачанні споживачів електричною енергією значно знизилось. До 80% загального числа споживачів, відключених при виникненні коротких замикань, успішно автоматично повторно включаються в експлуатацію. Це пояснюється тим, що в період безструмової паузи (від часток секунди до декількох секунд) короткі замикання самоусуваються, оскільки електрична міцність пошкодженого елемента ізоляції при короткочасному відключенні в більшості випадків відновлюється.

Пристрої АПВ випускають як однократними, так і дво- і триразовими, тобто два і три рази виконують спробу автоматичного повторного включення після відключення лінії захистом. Схеми багаторазових пристроїв АПВ значно складніше однократних, тому їхнє застосування в сільському електропостачанні може бути виправдано лише на відповідальних установках.

Автоматичне включення резервного обладнання (АВР) забезпечує безперебійність електропостачання за допомогою швидкого автоматичного відключення релейним захистом пошкодженого обладнання і підключення резервного обладнання чи джерела електроенергії.

Якщо АПВ повторно включає лінію електропередачі, то пристрій АВР включає резервне джерело електроенергії (силовий трансформатор, резервну електромережу чи дизельну електростанцію) при виході з роботи основного.

Пристрої АВР відносно прості, і вартість їх незначна, тому економічний ефект від їхнього впровадження істотно помітний. Пристрої АВР ефективно використовують при електропостачанні тваринницьких комплексів, що мають частину споживачів першої і другої категорій.

Тривалість дії пристроїв АПВ і АВР у загальному випадку обмежується двома умовами. По-перше, час безструмової паузи повинне бути більше часу деіонізації середовища в місці короткого замикання і менше часу, що забезпечує самозапуск включених двигунів після відновлення напруги. Час рекомендується для АВР приймати рівним 0,5...1,5 с, для однократного АПВ – 0,5...2 с, для дворазового АПВ у другому циклі – 10...15 с.

При оперативному відключенні джерел електропостачання пристрої АПВ і АВР виводяться з роботи, тобто вони не виконують повторного включення і включення резервного джерела.

Автоматичне частотне розвантаження джерела електропостачання (АЧР) запобігає надмірне зниження частоти, що загрожує розвитком аварії, шляхом примусового автоматичного відключення маловідповідальних споживачів при зниженні частоти через дефіцит потужності. Пристрої АЧР при зниженні частоти до 40...47 Гц (в залежності від конкретних енергосистем) по черзі відключають невідповідальні споживачі такою сумарною потужністю, щоб частота відновилася до 48...49,5 Гц. Сільські електроспоживачі поки не охоплені пристроями АЧР, хоча для тваринницьких комплексів вони обов'язкові.

Автоматичне регулювання збудження генераторів і напруги в мережах забезпечує підтримку напруги в електроспоживачів на заданому рівні. Для більшості сільських споживачів відхилення напруги допускають від $-7,5$ до $+7,5\%$, а для тваринницьких комплексів промислового типу – як для загальнопромислових споживачів: для електродвигунів і їхньої апаратури керування від -5 до $+10\%$, для інших електроприймачів від -5 до $+5\%$ номінальної напруги.

Задане навантаження на шинах електростанцій забезпечується регуляторами збудження генераторів, на шинах підстанцій – пристроями автоматичного переключення під навантаженням відгалужень силового трансформатора, в електромережах і безпосередньо в електроспоживачах – статичними конденсаторами, що одночасно використовують як компенсатори реактивної потужності.

Пристрої автоматики для автоматичного пуску й зупинки електрогенеруючих агрегатів, автоматичного включення генераторів на паралельну роботу, регулювання частоти і розподілу активної потужності між паралельно працюючими агрегатами, застосовують на дизельних, гідравлічних і вітрових електростанціях сільськогосподарського призначення, зокрема використовуваних як резервні джерела.

Крім того, в установках сільського електропостачання широко використовуються різного призначення автоматичні пристрої виміру, контролю і сигналізації, що дозволяють обслуговуючому персоналу стежити за режимами роботи установок і швидко визначати причину і порушення нормального режиму і місце аварій. Схеми і пристрої автоматизації перерахованих технологічних процесів електропостачання розглядаються в курсі “Електропостачання сільського господарства”.

Питання для самоконтролю

1. Що розуміється під енергопостачанням сільських споживачів?
2. Що забезпечує автоматизація електропостачання сільських споживачів?
3. Для чого використовують пристрої автоматичного захисту в установках сільського електропостачання?
4. Для чого використовуються пристрої автоматичного секціонування в установках сільського електропостачання?
5. Для чого використовується автоматичне повторне включення (АПВ) в установках сільського електропостачання?
6. Що забезпечує використання автоматичного включення резервного устаткування в установках сільського електропостачання?
7. Для чого використовується автоматичне частотне розвантаження джерела електропостачання (АЧР) в установках сільського електропостачання?
8. Для чого використовуються різного призначення автоматичні пристрої виміру, контролю і сигналізації в установках сільського електропостачання?

ТЕСТИ

1. За допомогою яких пристроїв здійснюється автоматичний захист в установках сільського електропостачання?

- А. Плавких запобіжників, теплових розчіплювачів, магнітних пускачів.
- В. Плавких запобіжників, теплових розчіплювачів, магнітних пускачів, теплових і електромагнітних розчіплювачів автоматів і різних реле.
- С. Теплових і електромагнітних розчіплювачів автоматів і різних реле.

2. Що є резервним джерелом електроенергії в системах сільського електропостачання?

- А. Силовий трансформатор, резервна електромережа, дизельна електростанція.
- В. Силовий трансформатор, резервна електромережа.
- С. Дизельна електростанція.

3. Що забезпечує використання автоматичного регулювання збудження генераторів і напруги в мережах сільського електропостачання?

- А. Підтримку напруги в електроспоживача на більшому рівні
- В. Підтримку напруги в електроспоживача на нижчому рівні
- С. Підтримку напруги в електроспоживача на заданому рівні

7.2. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРІВ

Теплогенератори – це пристрої для нагрівання повітря продуктами згоряння рідкого палива без посереднього контакту їх з повітрям, що нагрівається. Теплогенератори призначені для опалення і вентиляції тваринницьких та інших виробничих приміщень.

При теплогенераторному опаленні приміщень можна обійтись без спорудження котельень, прокладання теплотрас, які дорого коштують.

Найбільше застосування знайшли теплогенератори ТГ-75, ТГ-1, ТГ-2,5, ТГ-150, ТГ-350 і ТГ-500. Вони забезпечують підігрів від 5,3 до 25 тис. м³/год. повітря до 60 °С, витрачаючи від 9 до 50 кг/год. рідкого палива.

Технологічна схеми теплогенератора ТГ показані на рис. 7.1.

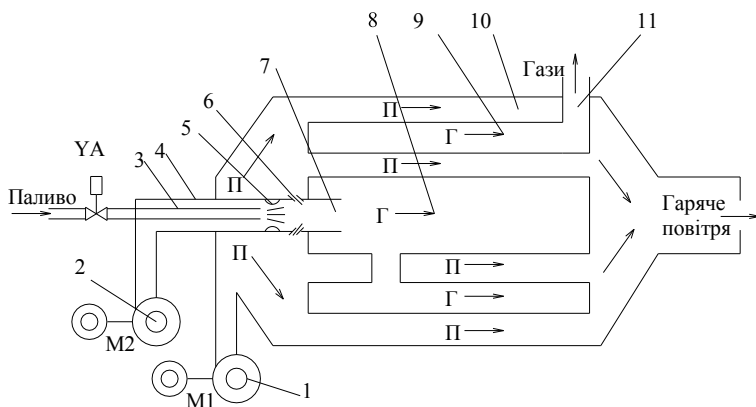


Рис. 7.1. Технологічна схема теплогенератора

Теплогенератор складається з корпусу 10, до якого приєднані або вбудовані в нього вентилятор 1 повітря, що підігрівается, вентилятор 2 топкового блока, пальник 5 з дифузорними розпилювачами палива, камера газифікації 7, топкова камера 8, теплообмінник-повітрянагрівач 9, димар 11. Паливо подається в топку по паливопроводу 3 і розпорошується повітрям від вентилятора 2. Відкриття і закриття паливопроводу здійснює електромагнітний вентиль УА, запалюють топку за допомогою електроіскрових електродів 6, для контролю наявності полум'я призначений фоторезистор 4.

Повітря через теплообмінник теплогенератора продувається за допомогою вентилятора з електроприводом. Теплообмінник складається з камери згоряння і радіатора. Продукти згоряння віддають 82–86 % теплоти повітря, що проходить через теплогенератор, і через димохід видаляються в атмосферу. Для спалювання рідкого палива призначений спеціальний пальник. Розпилена повітряно-паливна суміш запалюється електроіскрою, що виникає на електродах запалювання від підвищувального трансформатора. Електроди закріплені на ізоляторах. Наявність факелу контролюється двома фоторезисторами, які встановлені в блоці, що вбудований в корпус пальника.

Схема керування теплогенератором передбачає можливість його роботи в трьох режимах: опалення автоматичне, опалення ручне, вентиляція ручна.

Система автоматичного керування теплогенератором складається з напівпровідникового терморегулятора типу ПТР-2, програмного блоку, блоку запалювання, блоку контролю нагрівання і датчика аварійного перегрівання, блоку слідкування за наявністю факелу в камері згоряння, блоку сигналізації.

Принципова електрична схема зображена на рисунку 7.2. У режимі автоматичного керування перемикачі *SA1* і *SA2* перебувають в положенні *A*. Якщо температура в приміщенні внаслідок вентиляції стає нижче заданої, контакти напівпровідникового терморегулятора *P* замикаються, отримують живлення реле часу *KT* і проміжне реле *KV1*, яке вимикає магнітний пускач *KM1* електровентилятора *M1*. Вентиляція приміщення припиняється.

Через 5 с після вмикання реле часу замикається його контакт *KT4* і магнітний пускач *KM2* отримує живлення (по колу контактів *KT3*, *KT4*, *SA2*, *KT1* і *SK3*). Вмикається двигун вентилятора пальника *M2* і починається продувка камери згоряння.

Через 20–25 с замикаються контакти *KT2* реле часу і напруга подається на високовольтний трансформатор запалювання *TV*,

вмикається електромагнітний клапан YA , що відкриває доступ палива до камери згоряння. Від іскри трансформатора TV повітряно-паливна суміш запалюється і освітлює камеру згоряння. Під дією світла опір R фотореле BL зменшується, що викликає спрацювання спочатку проміжного реле $KV3$, а потім і реле $KV2$, контакти якого $KV2.2$. і $KV2.3$ вмикають трансформатор запалювання TV і реле часу KT .

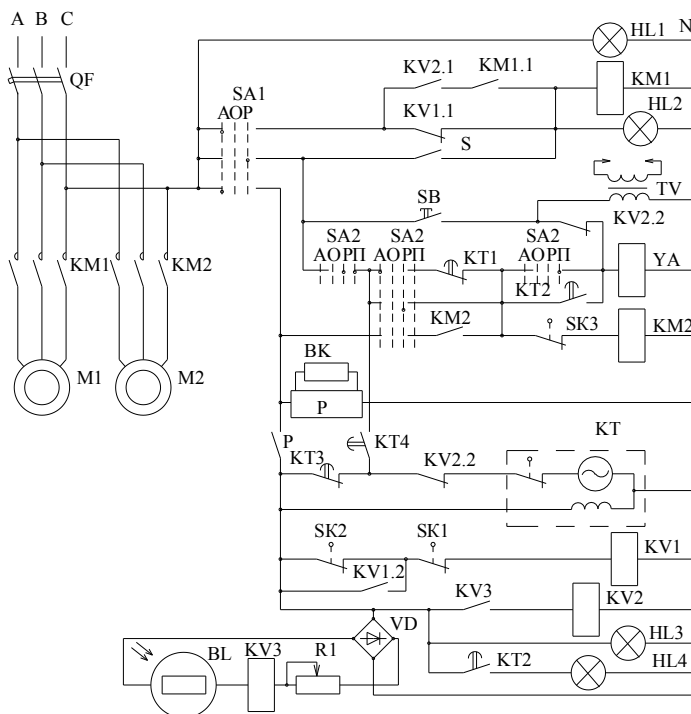


Рис. 7.2. Принципова електрична схема теплогенератора ТГ

Коли камера згоряння прогрівається, розмикаються контакти датчиків температури $SK1$ і $SK2$, реле $KV1$ втрачає живлення і своїми розмикаючими контактами $KV1.1$ вмикає котушку магнітного пускача $KM1$, через силові контакти якого отримує живлення електродвигун вентилятора $M1$. У приміщення починає надходити повітря, нагріте в теплогенераторі. Коли температура теплогенератора перевищить

допустиме значення, контакти датчика *SK3* розімкнуться і магнітний пускач *KM2* зупинить роботу агрегату.

Якщо пуск теплогенератора триває більше ніж 25 с і стає безуспішним, то розмикаючий контакт *KT1* вимикає електромагнітний клапан *YA* і подача пального припиняється. Потім замикаючим контактом *KT5* вмикається сигнальна лампа *HL4*, а розмикаючим контактом *KT3* припиняється живлення котушки магнітного пускача *KM2* і вентилятор *M2* топки зупиняється. В разі короткочасного зриву факела при нормальній роботі теплогенератора реле *KV3* фотореле своїми контактами *KV3* знеструмлює реле *KV2* і через розмикаючі контакти *KV2.2* подається напруга на трансформатор запалювання *TV*. Якщо після цього суміш не запалюється, теплогенератор вимикається контактами *KT1* і *KT3*. Повторно його вмикають вручну, повертаючи рукоятку *SA1* спочатку в положення *O*, а потім назад – в положення *A*. При цьому програмний пристрій *KT* повертається у початкове положення. Якщо температура повітря в приміщенні стає нижче заданої, теплогенератор автоматично запускається.

Для нормальної зупинки теплогенератора перемикач *SA 1* переводять у положення *O*.

У режимі ручного опалення, до якого звертаються для налагодження, випробування, а також у випадку відмовлень автоматики, перемикачі *SA1* і *SA2* ставлять у положення *P*. Одержує живлення котушка магнітного пускача *KM2*, і починається продувка топки. Потім перемикач *SA2* переводять у положення *P*. Включається електромагнітний клапан *YA*, і паливо подається в камеру згоряння. Після необхідного прогріву камери згоряння замикається тумблер *S*, магнітний пускач *KM1* включає електродвигун вентилятора *M1*.

У режимі ручної вентиляції вентиляторами теплогенератора керують за допомогою тумблера *S*.

Питання для самоконтролю

1. Для чого призначені теплогенератори?
2. Що являють собою теплогенератори?
3. З яких основних частин складається теплогенератор?
4. За допомогою технологічної схеми поясніть роботу теплогенератора.
5. Поясніть роботу принципової електричної схеми теплогенератора.

6. Які засоби автоматизації використовуються в схемі керування теплогенератором?

ТЕСТИ

1. Для чого використовується електромагнітний вентиль в теплогенераторі?

- А. Для закриття паливопроводу.
- В. Для відкриття паливопроводу.
- С. Для відкриття і закриття паливопроводу.

2. Для чого використовується електроіскрові електроди в теплогенераторі?

- А. Для запалення полум'я в топці.
- В. Для підвищення напруги.
- С. Для створення іскри.

3. Для чого використовується фоторезистор в теплогенераторі?

- А. Для контролю освітленості.
- В. Для контролю температури.
- С. Для контролю наявності полум'я.

4. За допомогою чого запалюється повітряно-паливна суміш в теплогенераторі?

- А. Іскри, що виникає між фазами.
- В. Іскри, що виникає між фазою і корпусом теплогенератора.
- С. Електроіскри, що виникає на електродах запалювання від підвищувального трансформатора.

5. За допомогою чого контролюють наявність факелу в теплогенераторі?

- А. Двох фоторезисторів, які встановлені в блоці, що вбудований в корпус.
- В. Двох терморезисторів, які встановлені в блоці, що вбудований в корпус.
- С. Двох резисторів, які встановлені в блоці, що вбудований в корпус.

6. В яких режимах передбачається робота теплогенератора.

- А. Опалення автоматичне, вентиляція ручна.

-
-
- В. Опалення автоматичне, опалення ручне, вентиляція ручна.
С. Опалення автоматичне, опалення ручне.

7. З яких блоків складається система автоматичного керування теплогенератором?

А. З напівпровідникового терморегулятора типу ПТР-2, програмного блока, блока запалювання, блока контролю нагрівання і датчика аварійного перегрівання.

В. З напівпровідникового терморегулятора типу ПТР-2, програмного блока, блока запалювання, блока слідування за наявністю факелу в камері згоряння, блока сигналізації.

С. З напівпровідникового терморегулятора типу ПТР-2, програмного блока, блока запалювання, блока контролю нагрівання і датчика аварійного перегрівання, блока слідування за наявністю факелу в камері згоряння, блока сигналізації.

8. Який пристрій теплогенератора використовується для виміру і регулювання температури в приміщенні?

А. Датчик температури та напівпровідниковий терморегулятор типу ПТР-2.

В. Датчик температури.

С. Напівпровідниковий терморегулятор.

9. Коли відбувається автоматичний запуск теплогенератора?

А. При підвищенні температури в приміщенні.

В. При зниженні температури в приміщенні.

С. При зниженні температури в зовні приміщення.

10. Для чого відбувається продувка камери згоряння теплогенератора перед запуском?

А. Для видалення гарячого повітря.

В. Для видалення залишків парів палива в топці.

С. Для видалення холодного повітря.

11. Яка тривалість продувки камери згоряння теплогенератора перед запуском?

А. 1 хвилина

В. 40 – 50 секунд

С. 20 – 25 секунд

7.3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПІДГРІВУ ВОДИ І ПОВІТРЯ Й ОДЕРЖАННЯ ПАРИ

7.3.1. Автоматизація котлоагрегатів

Технологічна необхідність автоматизації котлоагрегатів.

Теплова енергія в загальному споживанні енергії сільським господарством складає від 60 до 80% залежно від кліматичних районів нашої країни. Вона витрачається на опалення житлових, виробничих і тваринницьких приміщень, готування їжі і корму, підігріву води й отримання пари, підігріву ґрунту і повітря в спорудженнях захищеного ґрунту та ін. Теплопостачання сільського господарства здійснюється, в основному, від вогневих котлів і окремих котлів низького тиску, теплогенераторів і електронагрівальних установок. Вогневі котли і теплогенератори в сільському господарстві використовуються дуже широко, незважаючи на їхню значну металоемність і підвищену собівартість теплової енергії, великі втрати теплоти при її передачі від котелень до споживачів і високу пожежонебезпеку, високе забруднення відходами і труднощі з автоматизацією. Повсюдний перехід на теплопостачання від електроустановок в істотній мірі усуває зазначені недоліки, але стримується дефіцитом електричної енергії і малою пропускну здатністю сільських розподільних електромереж. Автоматизація вогневих котлів і теплогенераторів істотно полегшує працю операторів і частково їх скорочує, підвищує надійність і оперативність роботи устаткування і знижує собівартість одержуваної теплоти, зменшує на 10% витрату палива. Є ряд споживачів теплоти, що одержують теплопостачання тільки від електричної енергії, наприклад, інкубаторії, електрозварювальні установки, установки локального обігріву молодняку птахів і тварин, електрокалорифери та електроплити.

У сільському господарстві використовується ряд вогневих парових котлів типу КМ, КВ-300М, Д-721Л, ДКВР, МЗК і інші паропродуктивністю від 200 до 4000 кг/год, тиском від 0,1 до 1,3 МПа, температурою від 110 до 190 °С. У котельнях тепличних комбінатів установлюють пароводяні котли типу АВ-2, АПВ-2, ПТВМ-30М, КВ-ГМ, ДКВР, ДЕ й інші. Ці котли у водонагрівному режимі підігрівають воду до температури від 70 до 95 °С для обігріву теплиць, а в паровому режимі виробляють пар тиском 0,2 МПа температурою 130°С для пропарювання ґрунту і власних потреб.

Системи автоматичного керування котловими установками можна розділити на наступні: пневматичну типу ПМА й електричну типу АГОК-66 для опалювальних і водогрійних котлів, обладнаних пальниками середнього і низького тиску без примусової подачі повітря; пневматичну типу АГК-2П і електричні типи АМК і АМКО для парових і водогрійних котлів, що працюють на газі і рідкому паливі; електронно-гидравлічного типу “Кристал” для опалювальних котлів малої і середньої потужності й електронну типу “Курс-101”, призначену для тепличних пароводогрійних котлів, що працюють на газоподібному чи рідкому паливі. Ці системи виконують наступні основні операції:

- автоматичне регулювання теплового навантаження з метою забезпечення заданої температури в приміщенні і необхідній кількості гарячої води і пари;
- автоматичне керування рівнем води в котлі;
- дистанційне керування котлом (пуск, регулювання тепло- і паропроодуктивності й зупинку котлів);
- технологічний захист, що запобігає аварії;
- технологічне блокування, що виключає виконання неправильних операцій при експлуатації;
- технологічну сигналізацію, що сповіщає персонал про хід виконання технологічних процесів;
- автоматичний контроль технологічних параметрів роботи котлів.

Незважаючи на низьку вартість і простоту експлуатації пневматичних систем автоматизації котлів, вони витісняються електричними системами, що забезпечують велику гнучкість і точність керування, високу чутливість і можливість передачі інформації на відстань.

Найбільшою можливістю автоматизації всіх технологічних операцій котлоагрегату володіють “Кристал” і “Курс-101”.

Система “Кристал” побудована по агрегатному принципі, що дозволяє просто і зручно забезпечувати задану систему керування різними параметрами з невеликого числа елементів апаратури. Функціональна схема системи “Кристал” наведена на рисунку 7.3. Вона забезпечує автоматичне керування тиском пари і рівнем води в барабані 8 котла, розрідженням у топці 6, витратою повітря і розпалюванням котла за допомогою запальника 3, дистанційне керування електроприводами димоходу 14 і насоса 11 води, дистанційний контроль тиску повітря за вентиляторами, розрідження в топці і

температури димових газів. Світлова сигналізація включається при підвищенні чи зниженні рівня води в барабані котла, зниженні тиску повітря і розрідження в топці, підвищенні тиску пари і при аварійному відключенні котла.

Система складається з регулятора 7 тиску пари в барабані 8 котла, регулятора 2 співвідношення газу і повітря, регулятора 13 розрідження в топці, регулятора 9 рівня води з відповідними датчиками і контрольно-вимірювальними приладами 12 температури. Регулятори 2, 7 і 13 оптимізують процес горіння. Тиск пари характеризує відповідність між виробленням і споживанням пари. Якщо рівність між ними порушується, то змінюється тиск пари. Наприклад, при збільшенні споживання пари тиск падає і регулятор 7 видає імпульс регулювальному органу 4 на збільшення подачі палива.

Для повного згоряння палива в пальнику 5 необхідна визначена кількість повітря, надлишок повітря підвищує винос теплоти з димовими газами, а нестача приводить до неповного згоряння палива. Отже, для забезпечення максимального КПД котлової установки необхідний регулятор 2, що підтримує задане співвідношення паливо-повітря. Регулятор 2 по сигналу від датчиків витрати палива і подачі повітря керує продуктивністю вентилятора 1.

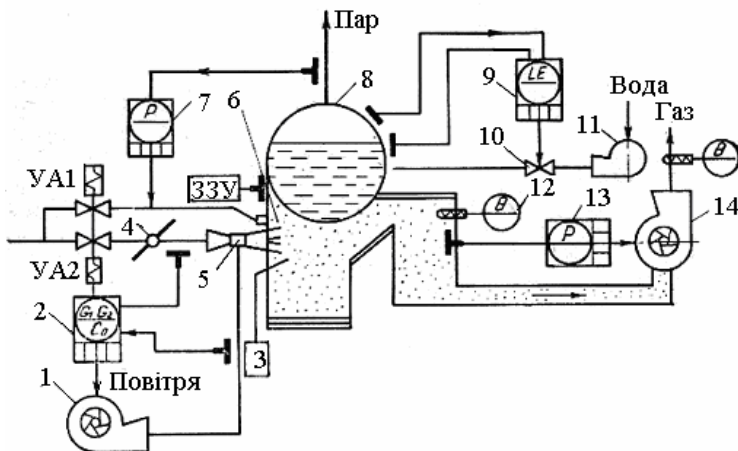


Рис. 7.3. Функціональна схема системи автоматизації котла “Кристал”

Для повного видалення димових газів використовується димосос 14, що за допомогою регулятора 13 забезпечує задане розрідження газів у верхній частині топки.

При надлишковому розрідженні збільшується винос теплоти через димосос, при недостатньому – димові гази прориваються усередину приміщення котельні.

Рівень води в барабані котла підтримується постійним за допомогою регулятора 9, що одержує сигнали про зміну рівня від манометра. При відхиленні рівня від заданого значення регулятор 9 впливає на регулювальний клапан 10.

В аварійному режимі котла зупиняють, припиняючи подачу палива за допомогою клапана $YA2$, якщо відбулося одне з наступних порушень: понизився чи підвищився тиск у системах подачі палива чи повітря, понизилось розрідження в топці, підвищився тиск пари, понизився чи підвищився рівень води в барабані, згасло полум'я в топці. Для цього котел обладнують відповідними датчиками безпеки: тиску газо- чи рідиноподібного палива SPm , повітря $SPв$, розрідження газів у топці $SPг$, тиску пари SPn , верхнього $SLв$ і нижнього $SLн$ рівнів води в барабані котла, наявності полум'я $33V$ (рис. 7.4).

При подачі на схему напруги спрацьовує тільки реле $KV5$ через замкнутий контакт датчика SPn , інші реле сигналізації відключені. Перемикаючи перемикач $SA1$ в нормальне передпускове положення “ H ” включають реле блокування KB і реле витримки часу $KT2$, яке виключає помилкове спрацьовування реле захисту $KV1...KV6$ через спрацьовування датчиків внаслідок коливань контрольованих параметрів в період підготовки котла до пуску. Потім оператор кнопковими постами включає живильний насос, що заповнює барабан водою, димосос, вентилятор, продувку паливопроводів (на рисунку ці елементи не показані). В міру досягнення зазначеними параметрами заданих значень спрацьовують датчики $SLв$, $SLн$, $SPг$, SPn і включають відповідно реле $KV6$, $KV3$ і $KV2$. Для розпалювання топки від запальників перемикач $SA1$ переводять у положення Π – “Пуск”, при якому спрацьовують реле витримки часу $KT1$ по колу (зі схеми керування димососом), $KV2.1$, $KV3.1$ і $KV6.1$ електромагніт $YA1$ клапана палива на запальнику і електроіскровий запальник 3. Одночасно відключаються реле KB і $KT2$, але реле KB знову включається замикаючими контактами $KT1:3$.

Далі перемикач $SA1$ переводять у положення B – “Включено” і вручну повністю відкривають електромагніт $YA2$ відсічні клапани (рис. 7.3) на паливопроводі. При цьому замикаються контакти SQ

(рис. 7.4). Одночасно спрацьовує реле $KT2$, що з витримкою часу знімає напругу з пускового електромагніта $YA1$, і останній закривається. На цьому пуск закінчується.

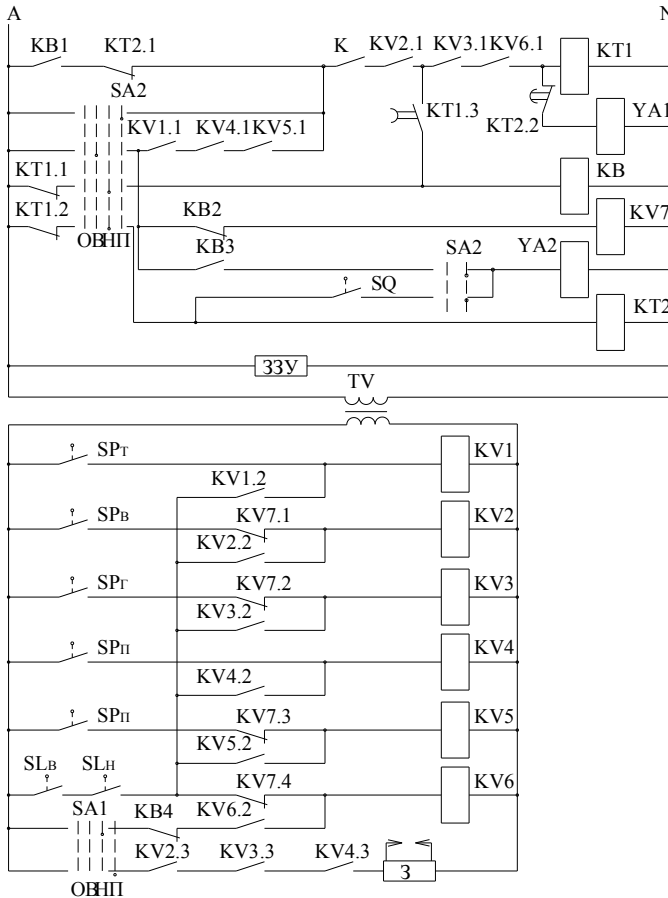


Рис. 7.4. Принципова електрична схема керування системою “Кристал”

Для нормальної зупинки переводять перемикач $SA1$ у положення O – “Відключено”. Аварійна зупинка відбувається при спрацьовуванні відповідних захистів. Наприклад, при зниженні тиску повітря

за дугтьовим вентилятором розмикаються контакти $SP\phi$ датчика тиску, і реле $KV2$ відключається.

Регулятори в системі “Кристал” виконані за функціонально-структурною схемою (рис. 7.5). Регулятор складається з датчика D , задатчика $Зд$, електронного підсилювача $ЕП$, електрогідравлічного реле $ЕГР$, пневматичного пристрою зворотного зв’язку $ПЗЗ$ і гідравлічного виконавчого механізму $ГВМ$. Регулятор дозволяє керувати параметрами по $П$ -, I -, $П$ -законам регулювання. Підсилювач $ЕП$ сприймає сигнал розбалансу датчиків і задатчика. Сигнал розбалансу після посилення надходить на електрогідравлічному реле $ЕГР$, що керує електрогідравлічним виконавчим механізмом $ГВМ$.

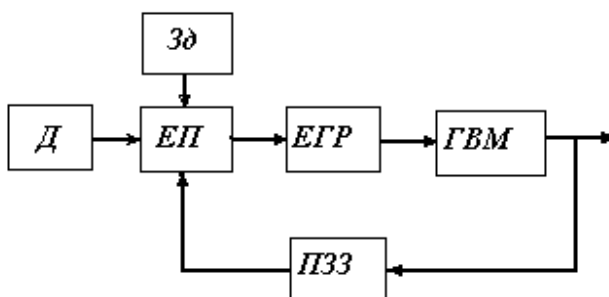


Рисунок 7.5. Функціонально-структурна схема регулятора системи “Кристал”

У виконавчому механізмі енергоносієм є тиск води. При відсутності неузгодженості обмотки електромагнітів $УА1$ і $УА2$ електрогідравлічного реле (рис.7.6) відключені від вихідних напруг електронного підсилювача. Зв’язані з їхніми сердечниками клапани опущені і перекривають отвір 3 для зливу води. Поршень 1 нерухомий, тому що тиск з обох його сторін однаковий.

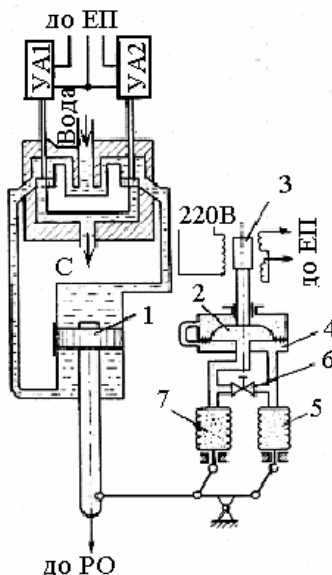


Рис. 7.6. Технологічна схема гідравлічних і пневматичних вузлів регулятора системи “Кристал”

З появою сигналу неузгодженості спрацьовує один з електромагнітів *ЕГР*, наприклад *YA1*, піднімаючи клапан. Нижня порожнина виконавчого механізму з'єднується зі зливом 3, і поршень починає переміщатися вниз під дією тиску води у верхній порожнині, впливаючи на регульовальні органи *РО*. Одночасно переміщуються важелі зворотного зв'язку, стискаючи сильфон 5 і розтягуючи сильфон 7. Внаслідок цього тиск усередині порожнини 2 мембранні коробки знижується, а зовні в порожнині 4 – підвищується. У результаті цей сердечник диференціально-трансформаторного датчика 3 переміщується вниз, і до підсилювача *ЕП* надходить сигнал від гнучкого зворотного зв'язку.

Порожнини сильфонів 5 і 7 з'єднані регульованим дроселем 6. Завдяки цьому тиску в порожнинах 2 і 4 поступово вирівнюються, сердечник датчика 3 повертається у вихідний стан, і інтегральна складова сигналу зникає. При відкритому дроселі 6 регулятор працює за ПІ-законом, а при закритому – за ПІ-законом, оскільки в цьому випадку з'являється твердий зв'язок.

Автоматизація газового котла на програмованих контролерах МІК-51.

В даному прикладі приведена схема автоматизації газового котла. Схема наведена на рисунку 7.7 і виконує наступні функції:

- регулювання витрати газу з корекцією по тиску пари на виході з котла,
- регулювання витрати повітря, яке поступає в котел, по заданому співвідношенню витрати газу з корекцією витрати повітря за вмістом кисню в димових газах,
- регулювання рівня води в барабані котла.
- регулювання розрідження в котлі.

Підвищення ефективності і ККД роботи котла здійснюється за допомогою використання в даній схемі аналізатора вмісту кисню в димових газах.

Автоматична система регулювання реалізована на двох програмованих мікропроцесорних багатофункціональних контролерах МІК-51

3 апаратури введення/виводу контролера МІК-51 № 1 використовуються:

- 1-й аналоговий вхід А/1 – тиск пари на виході з котла;
- 2-й аналоговий вхід А/2 – витрата газу,
- 3-й аналоговий вхід А/3 – витрата повітря,
- 4-й аналоговий вхід А/4 – вміст кисню в димових газах.

3 апаратури введення-виводу контролера МІК-51 № 2 використовуються.

- 1-й аналоговий вхід А/1 – рівень води в барабані котла;
- 2-й аналоговий вхід А/2 – розрідження в котлі.

У програмах контролерів МІК-51 № 1 і № 2 встановлюються функціональні блоки регуляторів, що мають наступне призначення:

1. FFICA (поз. 2-б) МІК-51 № 1 рег. 1 – ПД-імпульсний регулятор витрати газу з корекцією по тиску пари на виході з котла. Регулювання здійснюється з корекцією по тиску пари на виході з котла. Іншими словами, коли тиск пари падає (або росте), відповідно регулятор збільшуватиме (зменшувати) тиск газу, який поступає на згорання.

2. FFICA (поз. 1-в) МІК-51 № 1 рег. 2 – ПД-імпульсний регулятор витрати повітря, яке поступає в котел, по заданому співвідношенню витрати газу з корекцією витрати повітря за вмістом кисню в димових газах.

3. LICA (поз. 4-б) МІК-51 № 2 рег. 1 – ПД-імпульсний регулятор рівня води в барабані котла.

Питання для самоконтролю

- 464

ТЕСТИ

1. Використовуючи функціональну схему системи “Кристал”, поясніть процес підтримання заданого тиску пари.

А. При збільшенні споживання пари тиск падає і регулятор 7 видає імпульс електроклапану на зменшення подачі палива.

В. При збільшенні споживання пари тиск падає і регулятор 7 видає імпульс електроклапану на закривання .

С. При збільшенні споживання пари тиск падає і регулятор 7 видає імпульс регулювальному органу 4 на збільшення подачі палива.

2. Використовуючи функціональну схему системи “Кристал”, поясніть процес підтримання заданого співвідношення паливо–повітря.

А. Регулятор 7 по сигналу від датчиків витрати палива і подачі повітря керує електроклапаном.

В. Регулятор 2 по сигналу від датчиків витрати палива і подачі повітря керує продуктивністю вентилятора та електроклапаном.

С. Регулятор 13 по сигналу від датчиків витрати води і подачі повітря керує продуктивністю вентилятора

3. Використовуючи функціональну схему системи “Кристал”, поясніть процес видалення димових газів.

А. Для повного видалення димових газів використовується димосос 14, що за допомогою регулятора 13 забезпечує задане розрідження газів у верхній частині топки.

В. Для повного видалення димових газів використовується димосос 14, що за допомогою регулятора 7 забезпечує задане розрідження пару у верхній частині топки.

С. Для повного видалення димових газів використовується димосос 14, що за допомогою регулятора 2 забезпечує заданий рівень води у верхній частині топки.

4. Використовуючи функціональну схему системи “Кристал”, поясніть процес підтримання рівня води в котлі.

А. При відхиленні рівня води від заданого значення регулятор 2 впливає на регулювальний клапан, що подає пар.

В. При відхиленні рівня води від заданого значення регулятор 13 впливає на насос.

С. При відхиленні рівня води від заданого значення регулятор 9 впливає на регулювальний клапан 10, що подає воду від насоса.

5. При яких порушеннях системи “Кристал” здійснюється вимикання котла в аварійному режимі?

А. Знизився чи підвищився тиск у системах подачі палива чи повітря, впало розрідження в топці, підвищився тиск пари.

В. Знизився чи підвищився тиск у системах подачі палива чи повітря, впало розрідження в топці, підвищився тиск пари, понизився чи підвищився рівень води в котлі, згасло полум’я в топці.

С. Понизився чи підвищився рівень води в котлі, згасло полум’я в топці.

6. Які датчики безпеки використовуються в котлі системи “Кристал”?

А. Датчики тиску газо- чи рідиноподібного палива, повітря, розрідження газів у топці, тиску пари, верхнього і нижнього рівнів води в барабані котла, наявності полум’я.

В. Датчики тиску газо- чи рідиноподібного палива, повітря, розрідження газів у топці, тиску пари.

С. Датчики тиску пари, верхнього і нижнього рівнів води в барабані котла, наявності полум’я.

7.3.2. Автоматизація електричних установок для підігріву води

Електронагрівальні установки широко застосовуються в сільськогосподарському виробництві завдяки їхнім перевагам: постійній готовності до використання; можливості повної автоматизації процесів нагрівання; поліпшенню санітарно-гігієнічних умов обслуговуючого персоналу; полегшенню в розподілі теплоти по великих територіях; зменшенню собівартості теплової енергії і пожежної небезпеки.

Для підігріву води використовують установки як прямого нагрівання шляхом пропущення струму через воду, так і непрямого нагрівання за допомогою теплових електронагрівальних елементів (ТЕНів), а також установок індукційного і діелектричного нагрівання, хоча останні в сільському господарстві використовуються рідко.

Переваги прямого електродного нагрівання полягають у простоті пристрою, великій швидкості нагрівання і високому ККД.

У сільському господарстві для підігріву води для поїння тварин і технологічних потреб використовують елементні електроводонагрівачі низького тиску – термоси типу УАП (ВЕТ) з місткістю

резервуара від 50 до 1000 л, проточні електроводонагрівачі типу ЕПВ продуктивністю від 80 до 200 л води в 1 г з температурою нагрівання до 95 °С, ВЕП-600 із продуктивністю 600 л теплої води в годину й інші.

Для одержання гарячої води і пари застосовуються електродні котли типів: КЕВ (котел електродний водонагрівальний), КЕВЗ (із замкнутим контуром) потужністю від 10 до 6000 кВт, ЕПЗ (електродний прямоочинний із замкнутим контуром), КЕПР (котел електродний паровий регульований) потужністю 160, 250, 2500 і 5000 кВт, ЕКП (електродний котел парової) потужністю 100, 300 кВт і вище й інші.

Для електропідігрівання повітря у тваринництві до 50°С використовують стаціонарні електрокалориферні установки типу СФОА з потужністю від 5 до 100 кВт.

Практично для всіх водонагрівальних електроустановок динамічні властивості описуються передатною функцією аперіодичної ланки другого порядку.

Автоматичне керування електроводонагрівачами здійснюється по температурі, а електропаровими ще і по тиску пари. Схеми керування розглянемо на прикладах автоматизації елементних і електродних водонагрівальних і парових установок, тому що вони не мають відмінностей від інших типів електронагрівальних установок. Перш ніж включити в мережу елементні водонагрівачі, їх обов'язково варто заповнити водою, інакше перегорять нагрівальні елементи. Електродні водонагрівачі не мають цієї особливості.

Водонагрівник **ВЕТ-400** під'єднується до електромережі 380/200 В. В станції керування встановлені автоматичний вимикач, магнітний пускач, аварійний вимикач і додатковий опір (рис. 7.8).

Схема працює так. Якщо вода в резервуарі холодна і контакти терморегулятора SK замкнені, то досить ввімкнути автомат *QF* і вимикач *SA*, як спрацює магнітний пускач *KM* і подає напругу на нагрівні елементи *ТЕН*. Одночасно замикаються контакти *KM2*. Коли вода нагрівається до розрахункової температури (80–90 °С), контакт термореле розімкнеться, але котушка магнітного пускача залишиться під напругою через замикаючий контакт *KM2* і додатковий опір *R*. Нагрівання води триває доти, поки не замкнеться замикаючий контакт *SK*. Тоді котушка магнітного пускача *KM* буде закорочена і знеструмлена, пускач розімкне свої контакти і нагрівання води припиниться. Нагрівання води до 80 °С триває приблизно 4 год.

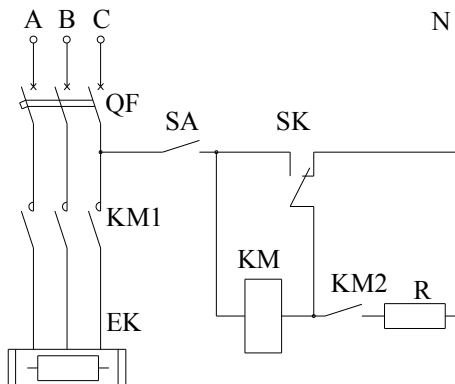


Рис. 7.8. Принципова електрична схема автоматизації водонагрівника BET-400

На рисунку 7.9 приведена електрична схема керування водонагрівачем типу УАП. Він призначений для нагрівання води до 90 °С і виконаний у виді сталевого звареного резервуара 1 з патрубком 4 для гарячої води. Водонагрівач підключають до водопроводу з надлишковим тиском не менш 50 кПа, під дією якого гаряча вода витісняється через патрубок. Автоматичне керування елементними нагрівачами (ТЕНи) здійснюється за допомогою контактного термометра, контакти SK якого при високій температурі води шунтують обмотку реле KV. Реле KV відключає обмотку магнітного пускача KM, а останній – електронагрівники EK. Повторне включення електронагрівника відбувається при зниженні температури води на 5 °С. Діод VD поставлений для полегшення роботи контактів SK. У більш потужніших водонагрівачів типу УАП ТЕНи встановлюють у двох зонах резервуара – у нижній і верхній. Кожною групою ТЕНів керує свій термодатчик.

Аналогічно побудовані і працюють схеми керування електроводонагрівниками – термосами **BET-800** і **BET-1600**. На відміну від попередньої схеми ці водонагрівники мають по два комплекти нагрівних елементів і можуть працювати у трьох режимах: форсований (ввімкнені дві групи електронагрівників), акумуляційний (ввімкнена нижня група нагрівників) і швидкісний (ввімкнена верхня група нагрівників). Електронагрівники типу УАП за призначенням і принципом дії аналогічні водонагрівникам типу BET. **УАП 400/0,9-М1**

має один нагрівальний блок, а в УАП 800/0,9-М1 і УАП 1600/0,9-И1 встановлені по два блоки нагрівників.

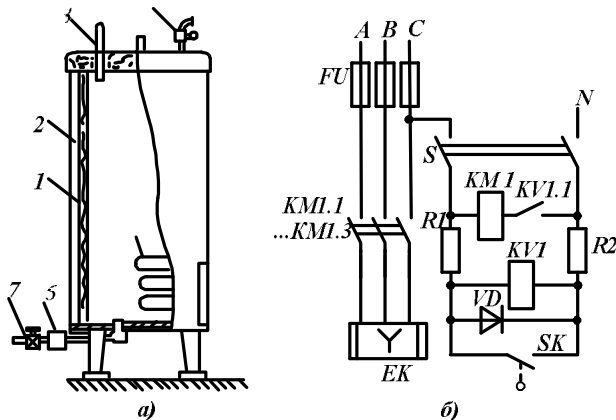


Рис. 7.9. Принципова електрична схема керування водонагрівача типу УАП:

а – будова; б – принципова електрична схема керування

У шафі станції керування (рис. 7.10) встановлені автоматичні вимикачі $QF1$ і $QF2$, магнітні пускачі, пакетні вимикачі $SA1$ і $SA2$ для вимикання кіл керування, сигнальні лампи $HL1$ і $HL2$. Як датчик температури використовують термореле ТР-200. При подачі напруги на схему за допомогою автоматів $QF1$ і $QF2$ і при ввімкнутих пакетних вимикачах $SA1$ і $SA2$ вмикаються спочатку проміжні реле $KV1$ і $KV2$, а за ними магнітні пускачі $KM1$ і $KM2$, що подають напругу на нагрівні елементи $EK1$ і $EK2$.

Передбачена робота нагрівників у трьох режимах: форсований (ввімкнені обидві групи нагрівників); акумуляційний (ввімкнена лише нижня група нагрівників потужністю 12 кВт “Зона 1”) і швидкісний (ввімкнена лише верхня група нагрівників потужністю 6 кВт “Зона 2”). Керування першою групою нагрівників здійснюється за допомогою термореле $SK1$, а другою – $SK2$ типу ТР-200.

На рисунку 7.11 приведена схема керування проточного водонагрівача **ЕПВ-2А**.

Проточні водонагрівачі забезпечують гарячою водою відразу після включення. Вони мають погану теплоізоляцію і малу місткість, отже, не здатні зберігати теплоту води. Вода через водонагрівач повинна проходити безупинним потоком.

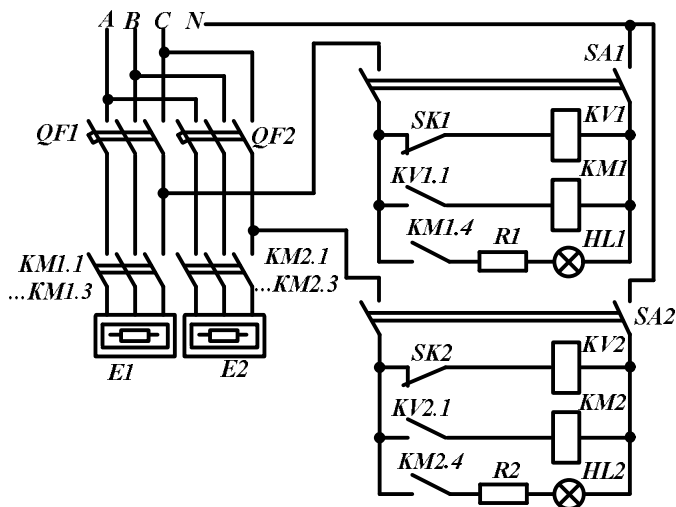


Рис. 7.10. Принципова електрична схема електроводонагрівника типу УАП-800

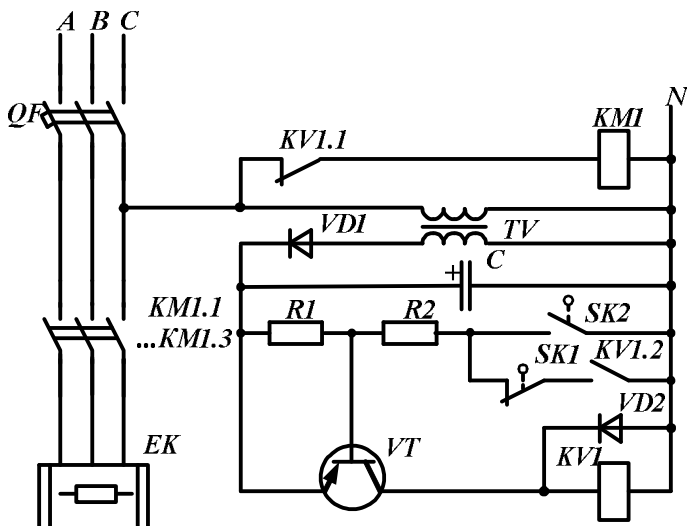
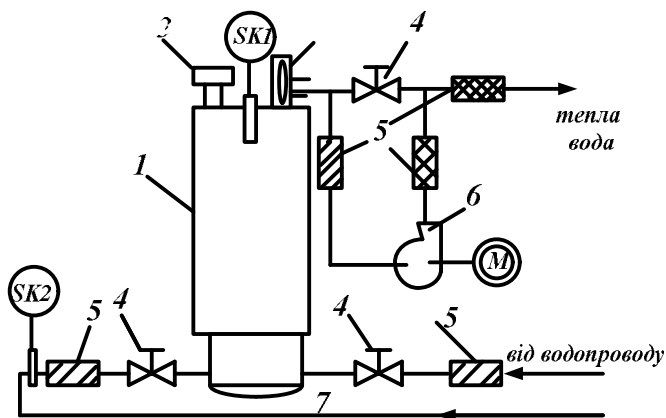


Рис. 7.11. Принципова електрична схема керування проточним водонагрівачем ЕПВ-2А

Схема керування здійснює двохпозиційне релейне регулювання температури води за допомогою контактів *SK1* і *SK2* термодатчика. При підвищенні температури води до заданого верхнього значення замикаються контакти *SK2*, відкривається тріод *VT* і включається реле *KV*, що своїми контактами відключає за допомогою магнітного пускача *KM* електронагрівник *ЕК*. При зниженні температури води спочатку розмикаються контакти *SK2*, а потім при нижньому значенні температури розмикаються контакти *SK1*, тріод *VT* закривається, реле *KV* знеструмлюється і своїми контактами включає магнітний пускач електронагрівників *ЕК*.



Рису. 7.12. Технологічна схема електронагрівника ВЕП-600

Схемою автоматизації водонагрівача **ВЕП-600** передбачається підтримка заданої температури води в автопоїлках корівника до 200 корів (рис. 7.12). Водонагрівач складається з проточного нагрівального бака 1 із запобіжним клапаном 2, термометром 3, термодатчиком *SK1* і нагрівального блоку 7. Циркуляція води здійснюється за допомогою насоса 6, що направляє теплу воду (20°C) з бака 1 до автопоїлок на ферму ВРХ. Невикористана в автопоїлках вода повертається в бак 1. Її температура контролюється термодатчиком *SK2* встановлюваним в самій холодній зоні системи поїння. Електроустаткування ізолюється від водопроводів ізоляційними вставками – трубками 5. Перекриття водопотоків здійснюється запірними вентилями 4.

Схема керування (рис 7.13) працює аналогічно схемі ЕПВ-2А. При малій температурі контакти *SK1* і *SK2* термодатчиків замкнуті, реле *KV1* і *KV2*, а також магнітні пускачі *KM1* і *KM2* включені. При підвищенні температури води в баку розмикається контакт *SK1*, триод *VT1* закривається, реле *KV1* відключається і відключає своїм контактом магнітний пускач *KM1* електронагрівника *EK*. У такий же спосіб діє на відключення пускача *KM2* насоса термореле *SK2*. При зниженні температури зворотної води контакти *SK2* замикаються, триод *VT2* відкривається, спрацьовує реле *KV2* і включає магнітний пускач *KM2* електронасос, завдяки цьому охолоджена вода в автопоїлках замінюється на теплу з бака. Ручне включення і відключення установки ВЕП здійснюється переключачем *SA* відповідно в положення *P* и *O*.

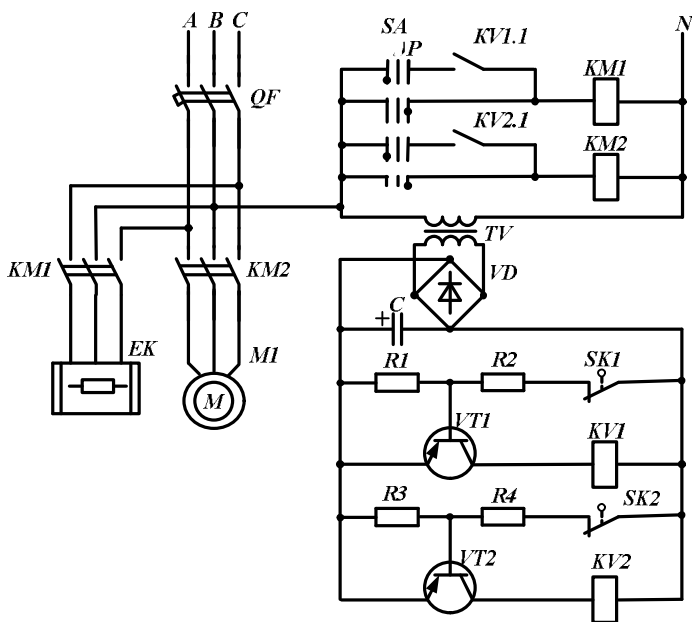


Рис. 7.13. Принципова електрична схема керування електронагрівником ВЕП-600

У сільському господарстві поширені не тільки елементні, а й електродні електроводонагрівники.

Питання для самоконтролю

1. Які переваги електронагрівних установок?
2. Які способи підігріву води використовуються в електронагрівних установках?
3. Поясніть роботу принципової електричної схеми водонагрівача УАП-400
4. Поясніть роботу принципової електричної схеми водонагрівача ЕПВ-2А.
5. Поясніть роботу принципової електричної схеми проточного водонагрівача ВЕП-600.

ТЕСТИ

1. Які переваги прямого електродного нагрівання?

- А. Простота пристрою, мала швидкість нагрівання і низький ККД.
- В. Простота пристрою, велика швидкість нагрівання і високе ККД.
- С. Простота пристрою, мала швидкість нагрівання і високе ККД.

2. Які водонагрівачі відносяться до непроточних термосного типу?

- А. УАП – 400, ВЕП-600.
- В. ЕПВ-2А, ВЕП-600.
- С. УАП – 400, ВЕТ-400.

3. Які водонагрівачі відносяться до проточних?

- А. ВЕП-600, САЗС-400.
- В. ВЕП-600, ВЕТ-400.
- С. ВЕП-600, УАП-400.

4. Використовуючи принципову електричну схему водонагрівача ВЕТ-400, поясніть процес нагріву води.

А. Ввімкнути автомат QF і вимикач SA, спрацює магнітний пускач КМ і подає напругу на ТЕНи. Нагрівання води триває доти, поки розімкнеться замикаючий контакт SK.

В. Ввімкнути автомат QF і вимикач SA, спрацює магнітний пускач КМ і подає напругу на ТЕНи. Нагрівання води триває доти, поки замкнеться розмикаючий контакт SK.

С. Ввімкнути автомат QF і вимикач SA, спрацює магнітний пускач КМ і подає напругу на ТЕНи. Нагрівання води триває доти, поки замкнеться замикаючий контакт SK.

5. В яких режимах працюють водонагрівники ВЕТ-800 і ВЕТ-1600?

А. Форсований (ввімкнені дві групи електронагрівників), акумуляційний (ввімкнена нижня група нагрівників).

В. Форсований (ввімкнені дві групи електронагрівників), акумуляційний (ввімкнена нижня група нагрівників) і швидкісний (ввімкнена верхня група нагрівників).

С. Форсований (ввімкнені дві групи електронагрівників), швидкісний (ввімкнена верхня група нагрівників).

6. Використовуючи принципову електричну схему водонагрівача УАП-800, вкажіть, при якій температурі розмикаються контакти термореле SK1 і SK2?

А. Контакти термореле SK1 і SK2 розмикаються при зниженні температури води.

В. Контакти термореле SK1 розмикаються при зниженні температури води, а SK2 при підвищенні.

С. При високій заданій температурі води контакти термореле SK1 і SK2 розмикаються.

7. Яке регулювання здійснюється в водонагрівачі ЕПВ-2А?

А. Однопозиційне регулювання температури води за допомогою контактів SK1 і SK2.

В. Двопозиційне регулювання температури води за допомогою контактів SK1 і SK2.

С. Однопозиційне регулювання температури води за допомогою контактів SK.

8. Для чого використовується два контактних датчика температури води в проточному водонагрівачі ВЕП-600?

А. Для двопозиційного керування температурою води в водонагрівачі.

В. Для керування температурою води в водонагрівачі.

С. Для керування температурою води в водонагрівачі та в системі автонагрівання.

7.3.3. Автоматичне керування електродними водонагрівачами і паровими котлами

Автоматичне керування електродними водонагрівачами і паровими котлами здійснюється за температурою, тиском і рівнем води в котлі. Електродний метод нагрівання води й одержання пари забезпечує простоту конструкції і глибоке регулювання потужності від 10 до 100%. Недоліками варто назвати залежність потужності від температури і засоленості води, а також відкладення солей на електродах. Ці котли використовують у системах гарячого водопостачання в центральних і місцевих електрокотельнях. Для зменшення накипоутворення воду попередньо зм'якшують або та сама вода використовується як теплоносій між котлом і теплообмінним апаратом (бойлером).

За принципом дії вони належать до установок прямого нагріву, тобто нагрівання води здійснюється за рахунок виділення теплоти безпосередньо у водному середовищі при проходженні через нього електричного струму між електродами. Найпоширенішими є електроводонагрівники типу ЕПЗ і КЕВ різної потужності, призначені для нагрівання води до температури 95 °С. Вони випускаються продуктивністю від 0,86 до 8,6 м³/год і потужністю від 25 до 250 кВт.

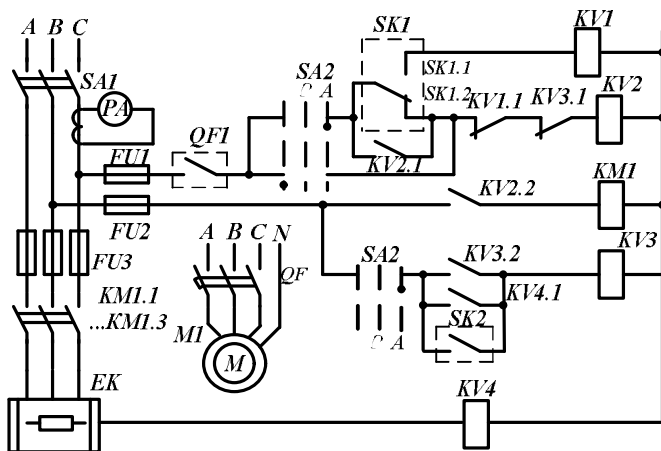


Рис. 7.14. Принципова електрична схема управління проточним електродним водонагрівником типу ЕПЗ

Електроводонагрівачі типу **ЕПЗ** призначені для опалення тваринницьких приміщень, а також використовуються для підігрівання води в системі гарячого водопостачання технологічних процесів, для опалення і гарячого водопостачання комунальних і культурно-побутових приміщень в сільській місцевості.

Оскільки водонагрівники типу ЕПЗ призначені для підігрівання води в системі з циркуляцією по замкнутому контуру, то до комплексу обладнання входить електронасос *М*. Потужність котла регулюється повертанням за допомогою ручки у горизонтальній площині електродів на кут від 0 до 60°.

ЕПЗ приєднуються до електромережі як вручну, так і автоматично. Режим роботи встановлюється за допомогою пакетного перемикача *SA2* (положення *P* – ручне керування, *O* – нейтральне, *A* – автоматичне), Контроль температури води здійснюється за допомогою манометричного електроконтактного термометра *SK1* типу ТПК-СК, який має два контакти: мінімальної *SK1.2* і максимальної *SK1.1* температури. При температурі води менше допустимої контакти *SK1.2* замкнуті, а контакти *SK1.1* – розімкнуті. При підвищенні температури води в бак електроводонагрівника контакти *SK1.2* розмикаються. Якщо температура підніметься до максимально допустимого значення, замикаються контакти *SK1.1*.

Схема в автоматичному режимі працює так (рис. 7.14). При ввімкнутому вимикачі *SA1* вмикають автоматичний вимикач *QF* та його замикаючі контакти *QF1* подають живлення на коло керування електроводонагрівником. Тобто через замкнуті контакти *SA1.2*, *KV2.1* і *KV5.1* напруга подається на котушку проміжного реле *KV3*, через контакти якого *KV3.2* отримує живлення котушка магнітного пускача *KM*. При цьому силові контакти пускача *KM1* подають напругу на електронагрівні елементи *E*. При розмиканні контактів *SK1.2* електронагрівні електроди залишаються ввімкнутими, тому що ці контакти заблоковані контактами *KV3.1*. Тільки тоді, коли замкнуться контакти *SK1.1* (максимальна температура води), спрацює реле *KV2*, розмикає контакти *KV2.1* в колі котушки реле *KV3*, розмикаються контакти *KV3.2* в колі котушки магнітного пускача *KM* і останній вимикає електронагрівні електроди з електромережі.

Схемою передбачене і аварійне вимикання нагрівних електродів з мережі. Для цього в схемі встановлене температурне реле *SK2*. Його контакти при температурі води в баку 130 °С вмикаються, подають живлення на котушку реле *KV5*, розмикаючі контакти якого *KV5.1* знаходяться в колі живлення котушки реле *KV3*. Таким чином,

Аварійне вимикання електродів також відбувається при появі суттєвої несиметрії в електромережі. При цьому спрацьовує реле *KVI*, котушка якого ввімкнена між нульовим проводом і корпусом водонагрівника. Контакти цього реле *KVI.1* в колі котушки *KV5* замикаються, вмикають реле *KV5*, розмикаючи контакти якого *KV5.1* знеструмлюють котушку реле *KV3* і внаслідок цього електроди вимикаються з мережі.

Електронагрівальні трифазні електроди виконані з трьох пар сталевих коаксіальних труб. Між трубами вставлені три рухливих ізоляційних склотекстолітових циліндри. Змінюючи за допомогою маховика їхнє положення, регулюють потужність котла. Котел може працювати в режимі нагрівання води або в режимі опалення.

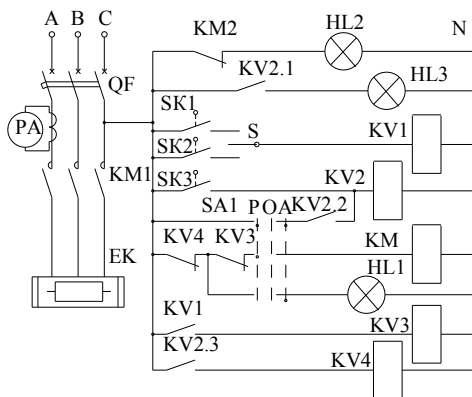


Рис. 7.15. Принципова електрична схема керування котла КЕВЗ

477

Електродний нагрівач включається магнітним пускачем при повороті перемикача в положення *A*. Нагрівання води в котлі продовжується до заданої температури, при якій контакти термодатчика *SK1* включають слабкострумове реле *KV1*, а реле *KV1* включає реле *KV3*, що відключає магнітний пускач електронагрівника *EK*. Повторне включення відбувається за допомогою реле *KV1*, *KV3* і пускачі *KM* при розмиканні контактів *SK1* внаслідок зниження температури води. Потім цикл повторюється. При неприпустимому підвищенні температури замикаються контакти *SK3* і за допомогою реле *KV2* і *KV4* виконують аварійне відключення електронагрівника. Після цього відключений котел може включити тільки обслуговуючий персонал. Сигнальні лампи *HL1*, *HL2* і *HL3* загоряються відповідно при включенні, нормальному й аварійному відключеннях котла.

Саморегульований електродний паровий котел типу **ЕКП** працює в такий спосіб (рис. 7.16). Електроди, виконані у виді пакета плоских пластин 1, розміщені в центральній камері 3. Центральна камера вільно з'єднана в нижній частині корпусу 2 і через вентиль 5 у верхній частині з зовнішньою камерою 6. Вентиль 5 відкривається і закривається за допомогою регулятора тиску 4 прямої дії. Рівень води в камері підтримується поплавковим регулятором 7 прямої дії. Під дією електричного струму, що протікає через воду, утвориться пара, що збирається у верхній частині корпусу.

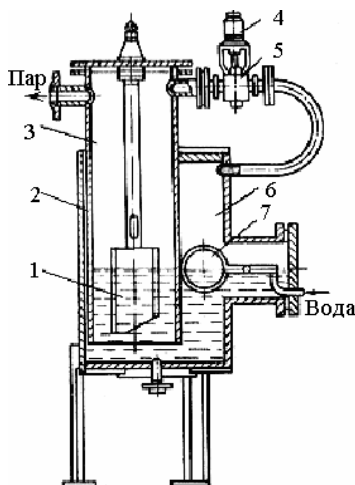
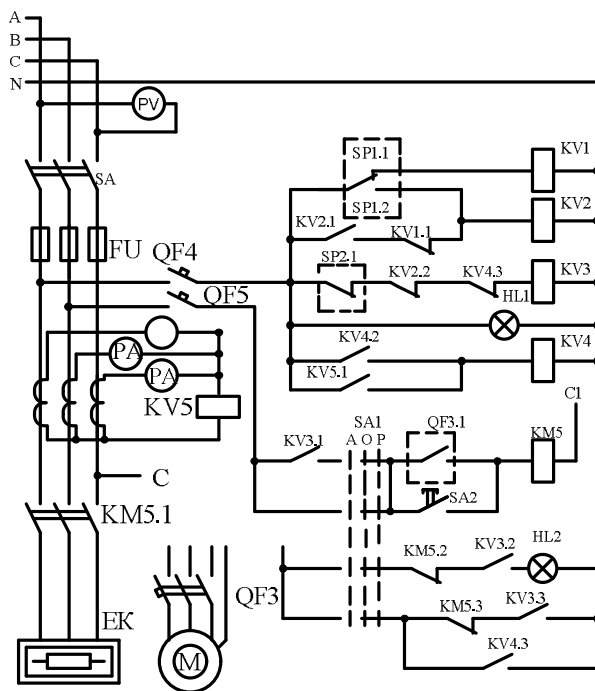


Рис. 7.16. Пристрій саморегульованого електродного парового котла ЕКП

Електродні котли-пароутворювачі **КЕПР-160** і **КЕПР-250** застосовують для отримання насиченої пари, що використовується в технологічних процесах на тваринницьких фермах і комплексах. Вони споживають потужність відповідно 160 і 250 кВт і мають паропроductивність 210 і 320 кг/год. Керування котлами здійснюється в ручному і автоматичному режимах, які встановлюють за допомогою перемикача *SA1* (рис. 7.17).



479

Вмиканням рубильника SA і однополюсних автоматичних вимикачів QF1 і QF2 подається напруга на кола керування і сигналізації електродного електрокотла. В автоматичному режимі проміжне реле KV3 спрацьовує і через свої контакти KV3.1 подає живлення на котушку контактора KM5, контакти якого KM5.1 вмикають електрокотел в електромережу.

Електроди котла залишаються приєднаними до мережі доти, доки в котлі тиск не підніметься до максимального значення і контакти SP1.2 електроконтактного манометра замкнуться. Тоді котушка проміжного реле KV2 опиниться під напругою, контакти KV2.1 блокують контакти SP1.2, а контакти KV2.2 розмикаються і котушка реле KV3 знеструмлюється. При цьому розмикаються контакти KV3.1 в колі котушки KM5 і силові контакти, через які одержує живлення електрокотел, розмикаються.

У схемі передбачені два блокування від роботи при несиметрії напруги в мережі (спрацьовує реле KV6, замикаються контакти KV6.1, спрацьовує реле KV4, розмикаються контакти KV4.1, знеструмлюється реле KV3, розмикаються контакти KV3.1 і контактор KM5 вимикає електрокотел з електромережі), а також від включення електронагрівників при непрацюючому електронасосі (блок-контакти OF3.1) В схему ввімкнуті також контакти SP2.1 аварійного манометричного реле. При підвищенні тиску в електрокотлі до максимально допустимого значення ці контакти розмикаються і електрокотел вимикається з мережі. Контакти KV4.3 подають живлення на виносну сигналізацію.

Питання для самоконтролю

1. За якими параметрами здійснюється автоматичне керування електродними водонагрівальними і паровими котлами?
2. Поясніть роботу принципової електричної схеми електродного водонагрівача ЕПЗ-100.
3. Поясніть роботу принципової електричної схеми електродного котла КЕВЗ.
4. Поясніть роботу принципової електричної схеми електродного парового котла КЗПР-160.

ТЕСТИ

1. Як здійснюється нагрівання води в електродних і водонагрівальних котлах?

- А. За рахунок нагрівання її ТЕНами.
- В. За рахунок виділення теплоти безпосередньо у водному середовищі при проходженні через нього електричного струму між електродами
- С. За рахунок перемішування з гарячою.

2. Для чого використовується два терморегулятори в електродному водонагрівачі ЕПЗ-100?

- А. Один терморегулятор використовується для двохпозиційного керування температурою води, а другий як аварійний.
- В. Один терморегулятор використовується для керування температурою води, а другий як аварійний
- С. Один терморегулятор використовується для вмикання, другий для вимикання водонагрівача.

3. Де розміщуються два терморегулятори, що використовуються в електродному водонагрівачі ЕПЗ-100?

- А. Один розміщений у верхній частині водонагрівача, другий у нижній частині.
- В. Обидва терморегулятори розміщуються у нижній частині водонагрівача
- С. Обидва терморегулятори розміщуються у верхній частині водонагрівача.

4. Використовуючи принципову електричну схему, вкажіть, коли відбувається аварійне вимикання водонагрівника ЕПЗ-100?

- А. При неспрацюванні терморегулятора SK1 спрацьовує SK2
- В. При неспрацюванні терморегулятора SK1 спрацьовує SK2 та при несиметрії в електромережі
- С. При несиметрії в електромережі.

5. Де розміщуються три терморегулятори, що використовуються в електродному котлі КЕВЗ?

- А. Один у верхній частині котла, другий в приміщені, третій аварійний в котлі.
- В. Два у верхній частині котла, третій аварійний в котлі.
- С. Один у верхній частині котла, два в приміщені.

6. Які засоби автоматизації використовуються в електродному паровому котлі ЕКП?

- А. Регулятор тиску пари прямої дії.
- В. Регулятор тиску пари та поплавковий регулятор води в котлі прямої дії.
- С. Поплавковий регулятор води в котлі прямої дії.

7. За якими параметрами здійснюється автоматичне керування в електродному котлі – пароутворювачі КЕПР-160?

- А. За температурою води в котлі.
- В. За рівнем води в котлі.
- С. За тиском пари в котлі.

7.3.4. Автоматизація електрокалориферних установок

Опалювальні електрокалорифери серії СФО з трубчастими ребристими нагрівниками призначені для нагріву повітря до температури 50°C в системах повітряного опалення, вентиляції, штучного мікроклімату і в сушильних установках. Електрокалориферні установки СФОА і СФОЦ мають однакову принципіальну схему, типорозмірний ряд, близькі технічні параметри. Електрокалориферна установка (рис. 7.18) складається з рами 1, вентилятора 5, електрокалорифера 3, м'якої вставки 4, перехідного патрубку 2 та шафи керування.

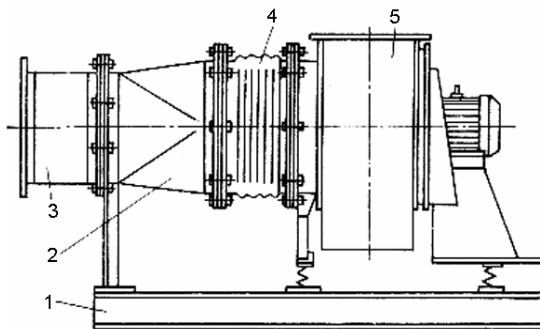


Рис. 7.18. Технологічна схема електрокалориферної установки:

- 1 – рама; 2 – перехідний патрубок; 3 – електрокалорифер;
- 4 – м'яка вставка; 5 – вентилятор

Електрокалорифер має вигляд камери з листової сталі, в яку вміщено трубчасті нагрівальні елементи.

Задана температура вихідного повітря підтримується автоматично двома електроконтактними термометрами, датчики яких установлені на виході повітря з калорифера. При вмиканні електрокалорифера працюють всі нагрівні елементи. Коли температура повітря на виході стане вище граничної, автоматично вимикається одна секція, при дальшому підвищенні температури вимикається друга секція. Якщо температура вихідного повітря стане вище граничного для однієї секції, то автоматично вимикаються останні нагрівачі.

При пониженні температури нагрівні елементи вмикаються в зворотній послідовності. В електричних колах контролю температури передбачені автоблокування: при зупинці електродвигуна вентилятора вимикається електрокалорифер; ввімкнути нагрівні елементи неможливо при непрацюючому електродвигуні вентилятора.

На рисунку 7.19 зображено принципіальну електричну схему уніфікованого електрокалориферного агрегату серії СФОЦ. Для регулювання потужності електрокалорифера трубчасті нагрівники розділено на три окремі трифазні групи (секції) *EK1*, *EK2* та *EK3*. Вимикачем *SA2* можна вмикати окремі секції нагрівників і регулювати потужність електрокалорифера в межах 100 %, 67 % або 33 % від номінальної потужності. У шафі керування встановлено вимикач *QF*, запобіжники *FU1*, *FU2*, *FU3*, *FU4* для захисту секцій калорифера і кола керування, три електромагнітних пускачі *KM1*, *KM2*, *KM3* для вмикання секцій нагрівників, сигнальні лампи *HL1...HL5*, проміжне реле *K1*, перемикач *SA1* для вибору режиму роботи (ручний “*P*” чи автоматичний “*A*”), перемикач *SA2* для вибору кількості ввімкнутих секцій при ручному керуванні та автоматичний вимикач *QF2* для керування двигуном вентилятора.

Вмиканням рубильника *SA* і однополюсних автоматичних вимикачів *QF4* і *QF5* подається напруга на кола керування і сигналізації електродного електрокотла. В автоматичному режимі проміжне реле *KV3* спрацьовує і через свої контакти *KV3.1* подає живлення на котушку контактора *KM5*, контакти якого *KM5.1* вмикають електрокотел в електромережу.

При ручному керуванні перемикач *SA1* встановлюють у положення “*P*”. Температуру повітря в приміщенні регулюють вмиканням і вимиканням окремих секцій електронагрівників за допомогою перемикача *SA2*. Якщо температура ребер трубчастого нагрівника перевищить + 180 °С, розімкнеться контакт температурного

реле *SK1* в колі живлення проміжного реле *K1*, що призведе до вимикання всіх нагрівників.

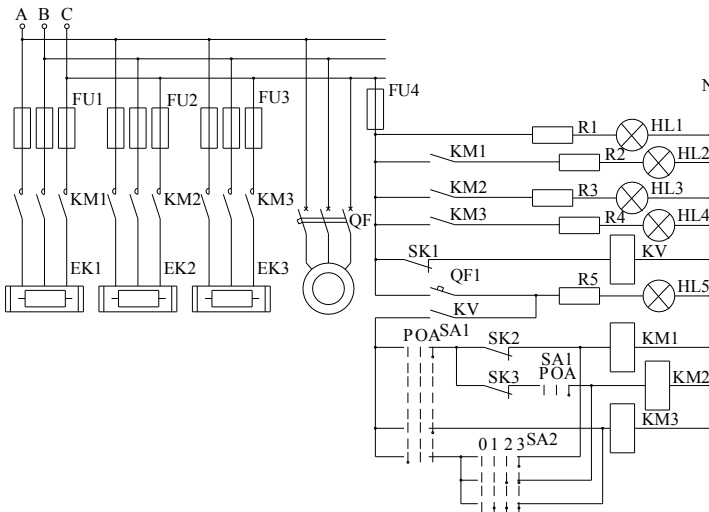


Рис. 7.19. Принципіальна електрична схема електрокалориферної установки серії СФОЦ

При автоматичному керуванні перемикач *SA1* ставлять у положення “А”. Температура повітря у приміщенні контролюється за допомогою температурних реле *SK2* і *SK3*. Коли температура повітря в приміщенні буде вище встановленої норми, то контакт температурного реле *SK2* розімкнеться, що призведе до вимикання першої секції електронагрівників. Якщо температура в приміщенні підвищуватиметься, то розімкнеться контакт температурного реле *SK3*, що призведе до вимикання другої секції електронагрівників. Вимикання останньої секції електронагрівників відбудеться тільки тоді, коли температура ребер трубчастого нагрівального елемента перевищить + 180 °С. Якщо температура стане нижчою від заданої норми, то секції нагрівників вмикаються у зворотному порядку. Про роботу окремих секцій нагрівників сигналізують лампи *HL2...HL4*.

Питання для самоконтролю

1. Яка будова електрокалориферної установки?
2. Технологічна робота електрокалориферної установки?
3. Які засоби автоматизації використовуються в електрокалориферній установці?
4. Об'єми автоматизації електрокалориферної установки

ТЕСТИ

1. Для чого призначені електрокалориферні установки?

А. Для нагріву повітря до температури 50⁰С в системах повітряного опалення, штучного мікроклімату і в сушильних установках.

В. Для нагріву повітря до температури 50⁰С в системах повітряного опалення, вентиляції, штучного мікроклімату і в сушильних установках.

С. Для нагріву повітря до температури 50⁰С в системах повітряного опалення, вентиляції і в сушильних установках.

2. В якій установці використовуються два терморегулятори, які знаходяться в приміщенні та електроконтактний датчик температури?

А. В електрокалориферній установці.

В. У вентиляційній установці із станцією керування ШОА-9203.

С. У припливно-витяжній вентиляційній установці.

3. Використовуючи принципову електричну схему електрокалорифера вкажіть, які несправності виникли в колі керування, якщо в автоматичному режимі не вмикаються перша і друга групи нагрівних елементів, про що сигналізують справні сигнальні лампочки HL1, HL2.

А. Механічна несправність контактів пакета перемикача SA1 та датчиків реле температури SK1, SK3.

В. Механічна несправність контактів пакета перемикача SA1 та датчиків реле температури SK1, SK2.

С. Механічна несправність контактів пакета перемикача SA2 та датчиків реле температури SK1, SK2.

4. Використовуючи принципову електричну схему електрокалорифера вкажіть, які несправності виникли в колі керування, якщо в автоматичному режимі не вмикаються перша і друга групи нагрівних елементів, про що сигналізують справні сигнальні лампочки HL1, HL2

А. Обрив в колі – перемикач SA2, контакти датчиків реле температури SK1, котушка магнітного пускача KM1, провід N.

В. Обрив в колі – перемикач SA1, контакти датчиків реле температури SK2, котушка магнітного пускача KM1, провід N.

С. Обрив в колі – перемикач SA1, контакти датчиків реле температури SK1, котушка магнітного пускача KM1, провід N.

7.3.5. Автоматизація нагрівних установок з використанням регуляторів та програмних контролерів

Універсальний двоканальний програмний ПД-регулятор TPM151 використовується для створення систем управління різного рівня складності – від контурів локального регулювання до комплексних систем управління об'єктами з інтеграцією в АСУ. Регулятор має лінійку стандартних модифікацій для найпоширеніших технологічних процесів, використовуючи два вбудовані універсальні входи і два виходи з можливістю розширення входів і виходів шляхом підключення модулів ОБЕН MBA8, MBV8 по інтерфейсу RS-485 (у замовленій конфігурації)

Універсальний програмний ПД-регулятор здійснює програмне управління різними виконавчими механізмами: 2-х позиційними (ТЕНи, двигуни); 3-х позиційними (засувки, крани) та додатковими пристроями (заслінки, жалюзі, газо- або парогенератори та ін.).

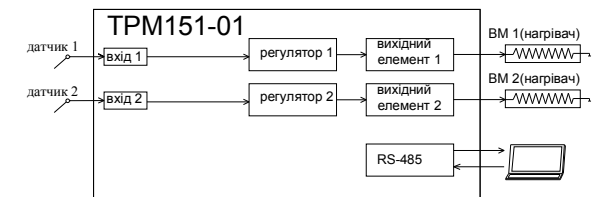
На рисунку 7.20 зображені функціональні схеми використання універсального двоканального програмного ПД-регулятора TPM151:

а – два канали пошагового регулювання підключенні до своїх вихідних елементів;

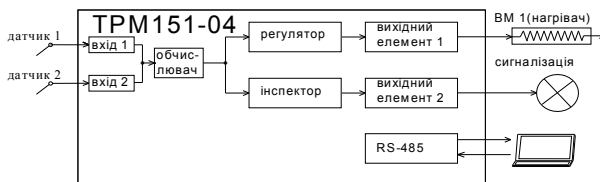
б – сигнал з блоку контролю виходу параметру за допустимий діапазон (“інспектор”) подається на вихід 2;

в – уставка регулятора може бути скорегована за визначеною функцією від значення виміряного на вході 2. Використовується у погодозалежних системах обігріву;

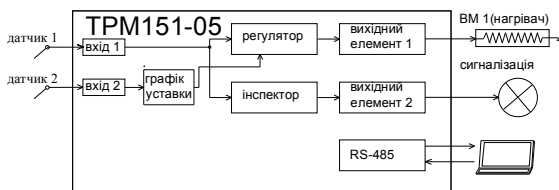
г – використовується для автоматизації систем мікроклімату.



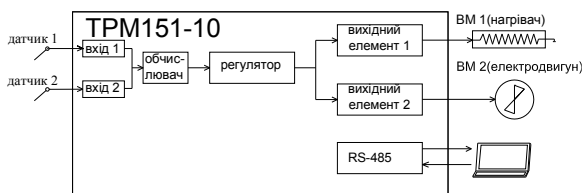
а)



б)



в)



г)

Рис. 7.20 Функціональні схеми використання універсального двоканального програмного ПД-регулятора TPM151:
 а – двоканальне пошагове регулювання; б – одноканальне пошагове регулювання за вимірювальною або обчислювальною величиною;
 в – одноканальне пошагове регулювання з корекцією від вимірювального значення на другому вході; г – одноканальне пошагове регулювання за допомогою системи “нагрівач-електродвигун”

Регулятор ТРМ 151 має різні можливості конфігурації на ПК або з передньої панелі приладу: різні рівні доступу для оператора, технолога і налагоджувача системи; для кожної стандартної модифікації приладу свій зручно організований набір параметрів.

Програми швидкого старту, розроблені спеціально для кожної модифікації, та можливість швидкого доступу до вставок при програмуванні приладу з передньої панелі.

Регулятор має два універсальні входи, до яких можна підключати датчики різного типу:

- термоперетворювальні опори типу TCM/ТСП/ТСН;
- термопари ТХК(L), ТХА(K), ТХК(J), ТНН(N), ТПП(R), ТПП(S), ТПР(B), ТВР(A-1,2,3), ТМК(T);
- датчики з уніфікованим вихідним сигналом струму 0(4)...20 мА, 0...5 мА або напруги 0...1 В, -50...+50 мВ;
- датчики положення засувки (резистивні або струмові);
- “сухі” контакти.

Крім того, ТРМ151 у замовленій конфігурації може знімати дані з 8-ми датчиків, підключених до зовнішніх модулів вимірювання ОВЕН МВА8, по мережі RS-485 (рис. 7.21).

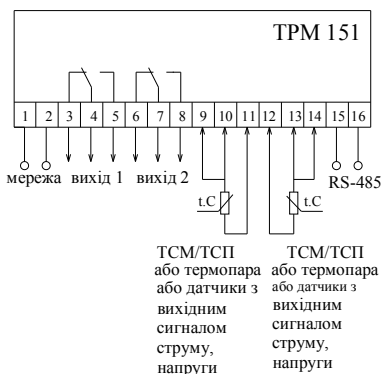


Рис. 7.21. Схема підключень програмного регулятора ТРМ 151

ТРМ 151 може обчислювати цілий ряд функцій від величин, виміряних на входах: відносну вологість психрометричним методом; квадратний корінь із виміряної величини; різницю виміряних величин; середнє арифметичне виміряних величин; мінімальне і максимальне значення виміряних величин.

У ТРМ 151 одночасно можуть працювати 1 або 2 канали регулювання виміряної або обчисленої величини.

ТРМ151 управляє технологічним процесом за програмою, яка є послідовністю кроків, наприклад:

- нагрів або охолодження до заданої температури або протягом заданого часу (з необхідною швидкістю);
- підтримка температури на рівні вставки протягом заданого часу;
- підтримка температури на рівні вставки до тих пір, поки вимірювана величина в одному з каналів не досягне заданого значення.

Для кожного кроку програми задаються вставки, параметри регулювання і умови переходу на наступний крок.

ТРМ151 може мати 12 програм по 10 кроків в кожній. Також можна створити програму з нескінченним числом циклів або “зчепити” декілька програм в одну, що дозволяє описати технологічний процес практично будь-якої складності.

Регулятори ТРМ151 можуть працювати в двох режимах:

- двохпозиційне регулювання (включення/виключення вихідних пристроїв відповідно до заданої логіки);
- ПІД-регулювання, що дозволяє з високою точністю управляти складними об’єктами.

У приладі реалізована функція автонастройки ПІД-регуляторів, позбавляючи користувачів від трудомісткої операції ручної настройки.

У приладі залежно від замовлення можуть бути встановлені 2 вихідних елементи в будь-яких поєднаннях:

- реле з струмом контактів на 4 А при 220 В;
- транзисторні оптопари n-p-n-типу 400 мА 60 В;
- симісторні оптопари 50 мА 300 В;
- ЦАП “параметр-струм 4...20 мА”;
- ЦАП “параметр-напруга 0...10В”;
- вихід 4...6 В 100 мА для управління твердотільним реле.

Використовуючи ТРМ151 замовлений конфігурації спільно із зовнішнім модулем виводу ОВЕН МВУ8, можна управляти двома 3-х позиційними механізмами. Решта реле МВУ8 при цьому може бути задіяне для видачі періодичних імпульсів або для аварійної сигналізації.

Прилад може також видавати результати вимірювань або обчислень на реєстратор при установці ЦАП як вихідний елемент.

ТРМ151 може контролювати: t знаходження регульованої величини в заданих межах (для цього служить блок “інспектор”);

т працездатність датчиків (перевірка на обрив, замикання, вихід за допустимий діапазон та ін.); працездатність вихідних елементів (ЛБА-аварія).

При цьому ТРМ151 аналізує критичність аварійної ситуації. Наприклад, на певному кроці програми технолога відбувся обрив датчика, який не задіяний на даному кроці. Прилад в цьому випадку, не зупиняючи виконання програми, сигналізує про несправність, дозволяючи її вчасно усунути без переривання технологічного циклу. Проте якщо відбулася поломка потрібного в даний момент вимірника, то ТРМ151 зупиняє програму технолога і переводить об'єкт в режим АВАРІЯ. При цьому в режимі АВАРІЯ всі вихідні пристрої не відключаються, а переходять на наперед задану аварійну потужність.

У технологічному процесі можуть бути задіяні пристрої, які не здійснюють регулювання, але вимагають періодичного включення на певному етапі. Це газо- або парогенератори, жалюзі систем вентиляції та ін.

ТРМ151 дозволяє управляти такими пристроями, задаючи їм інтервали включення і виключення на певному кроці програми.

У випадку, якщо вихідні елементи приладу зайняті, прилад може здійснювати управління такими механізмами, підключеними до зовнішнього вихідного модуля МВУ8, через мережевий інтерфейс RS-485.

У деяких випадках може виникнути необхідність регулювання на різних кроках програми різних вхідних величин з використанням одного і того ж виконавчого механізму. Наприклад, за допомогою одного ТЕНа на першому кроці можна регулювати температуру, а на другому – різниця температур. ТРМ151 замовлений конфігурації дозволяє реалізувати таку можливість. Для цього в приладі для кожної вхідної величини конфігурують свій регулятор (їх може бути до 8-ми), а потім на різних кроках програми до виходу приладу підключають різні регулятори.

У ТРМ151 встановлений модуль інтерфейсу RS-485, організований по стандартному протоколу ОВЕН. Інтерфейс RS-485 дозволяє: конфігурувати прилад на ПК; передавати в мережу поточні значення виміряних величин, вихідної потужності регулятора, параметрів програми технолога, а також будь-яких програмованих параметрів; одержувати з мережі оперативні дані для генерації управляючих сигналів.

У мережу RS-485 можуть бути об'єднані декілька приладів і модулів введення/виводу. ТРМ151 може працювати "майстром мережі", управляючи роботою інших приладів.

При інтеграції TPM 151 в АСУ ТП як програмне забезпечення можна використовувати SCADA-систему Owen Process Manager або яку-небудь іншу програму.

Оскільки прилад володіє широкими можливостями, його настройка може перетворитися на досить складну задачу. Для полегшення конфігурації TPM151 ВО ОВЕН розроблена спеціальна програма для ПК.

Програма “Конфігуратор TPM 151” має 3 рівні доступу, захищені паролями, – для налагоджувача системи, технолога і оператора. Для кожної стандартної модифікації в програмі представлений свій набір зручно згрупованих параметрів. Крім того, в конфігураторі передбачена можливість реєстрації ходу технологічного процесу.

Для кожної стандартної модифікації пропонується програма “Швидкий старт” з простим і зрозумілим інтерфейсом. Відповідаючи на запропоновані програмою питання, можна легко виробити першу настройку приладу.

Питання для самоконтролю

1. Для чого використовується універсальний двоканальний програмний ПІД-регулятор TPM151?
2. Якими технологічними процесами управляє за програмою TPM151?
3. В яких режимах може працювати регулятор TPM151?
4. Які параметри може контролювати TPM151?

ТЕСТИ

1. Універсальний програмний ПІД-регулятор здійснює програмне управління різними виконавчими механізмами:

А. 2-х позиційними (ТЕНи, двигуни); 3-х позиційними (засувки, крани) та додатковими пристроями (заслінки, жалюзі, газо- або парогенератори).

В. 2-х позиційними (ТЕНи, двигуни) та додатковими пристроями (заслінки, жалюзі, газо- або парогенератори).

С. 3-х позиційними (засувки, крани) та додатковими пристроями (заслінки, жалюзі, газо- або парогенератори).

2. Скільки входів має TPM 151?

А. Два універсальні входи.

В. Чотири універсальні входи.

С. Вісім універсальних входів.

7.4. АВТОМАТИЗАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК

Охолодження сільськогосподарських продуктів і збереження їх при низькій температурі дозволяють зберегти їхні природні якості і вітаміни в них, сповільнюють життєві процеси і зменшують втрати, збільшують терміни збереження живильних властивостей молока, м'яса, риби, овочів, фруктів тощо. Продукти зберігають при температурах від -2 до $+2^{\circ}\text{C}$ (в залежності від виду продукту) при відносній вологості 80...95%. У сільському господарстві холод одержують як безмашинним способом (льодовики, льодосоляне охолодження), так і за допомогою спеціальних холодильних машин. При машинному охолодженні теплота від охолоджувального середовища переходить в зовнішній навколишній простір за допомогою низькокип'ячих холодильних агентів (фреон чи аміак). Температура кипіння фреону різних марок дорівнює $-30\ldots -40^{\circ}\text{C}$, а аміаку $-33,4^{\circ}\text{C}$.

Для створення штучного холоду застосовують різні холодильні машини і установки: МХУ-8С, МХУ-12, АВ-30, ХМФ, ХМАВ, ХМАУ, резервуари-охолодники ТОМ-2А, МКА-2000Л-2А та ін.

На тваринницьких молочних фермах використовують фреонові холодильні установки типу МХУ продуктивністю холоду на 9 і 14 кВт/год. Вони забезпечують охолодження 2 т молока за 5 год. з 36 до 7°C . Замість МХУ освоєне виробництво водоохолоджувальних установок типу УВ-10 і АВ-30 відповідно продуктивністю холоду 41 і 35 кВт/год. У фруктосховищах використовуються фреонові, типу ХМФ і ФХ і аміачні типу ХМАВ і ХМАУ, холодильні машини холодопродуктивністю від 18 до 100 кВт/год.

Для споживачів малої холодопродуктивності промисловість випускає електричні холодильні шафи і переносні холодильники, що працюють на основі термоелектричного охолодження (ефекту Пельтьє). Сутність його полягає в тім, що при пропущенні струму через різновидні напівпровідники у місці їхнього з'єднання знижується температура.

Для малих охолоджувачів молока використовується типова установка МХУ-8С.

Для холодильної установки МХУ-8С базується на тому, що під час переходу фреону з рідкого стану в пароподібний тепло поглинається із зовнішнього середовища, а при конденсації – виділяється.

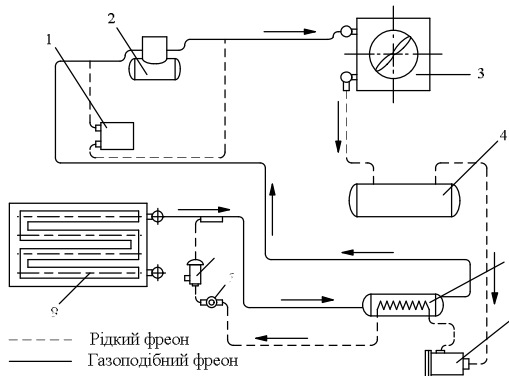


Рис. 7.22. Технологічна схема холодильної установки МХУ-8С:

1 – реле тиску; 2 – компресор; 3 – конденсатор повітряний; 4 – ресивер;
5 – теплообмінник; 6 – фільтр-осушник; 7 – оглядове вікно;
8 – терморегулювальний вентиль; 9 – випарник.

Холодильна установка складається з холодильного агрегату і бака-акумулятора для води з зануреним випарником (рис. 7.22). Утворена внаслідок кипіння у випарнику 9 пара фреону надходить до теплообмінника 5, з якого потрапляє у компресор 2. Там вона стискається і її температура підвищується до $60\text{--}70^\circ\text{C}$. З компресора пара надходить до конденсатора 3 і конденсується, віддаючи тепло. Після цього рідкий фреон через ресивер 4, фільтр-осушник 6, теплообмінник 5 і терморегулювальний вентиль 8 надходить у випарник 9. Малий отвір регулювального вентиля створює опір рухові фреону, що зменшує його тиск, і він набуває здатності кипіти при низькій температурі. Під час кипіння у випарнику фреон відбирає тепло води, яка його оточує, і в пароподібному стані надходить знову в компресор. Потім процес повторюється.

Принципова схема передбачає як ручний, так і автоматичний режими роботи (рис. 7.23). При ручному керуванні перемикач *SA1* встановлюють у положення “Р”. При цьому включається котушка магнітного пускача *KM1*, працюють електродвигуни *M1* (вентиліатора) і *M2* (компресори). Одночасно розривається ланцюг резистора *R*.

Перемикачем *SA2* включають магнітний пускач *KM2* електродвигуна *M3* насоса. При цьому робота холодильного агрегату здійснюється в автоматичному режимі. Якщо тиск на виході компресора перевищить норму, то розімкнеться контакт реле тиску *SP* і розшунтує

катушку проміжного реле захисту *KV*, що відключить магнітний пускач *KM1* (компресор і вентилятор агрегату) і включить сигнальну лампу *HL2*. Щоб знову, включити агрегат вручну, потрібно перемикач *SA1* перевести спочатку в положення “*A*”, потім знову на “*P*”.

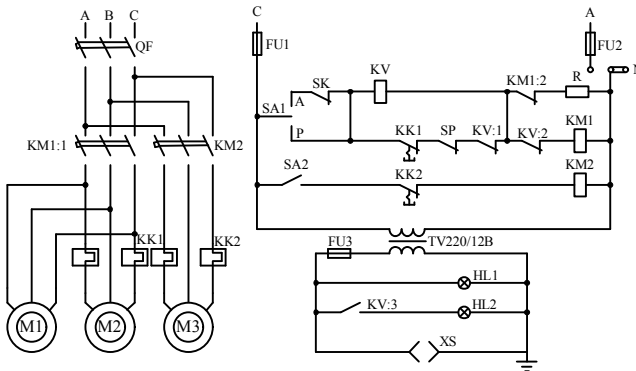


Рис. 7.23. Принципова електрична схема холодильної установки МХУ-8С

В автоматичному режимі перемикач *SA1* встановлюють у положення “*A*”. У цьому випадку температура води контролюється терморегулятором *SK*, що включає свої контакти при підвищенні, а відключає при зниженні температури, чим включає або відключає агрегат магнітним пускачем *KM1*.

Водоохолоджувальна установка типу УВ-10, технологічна й електрична схеми якої показані на рисунку 7.24, складається з компресора 4 з електроприводом *M1*, повітряного конденсатора 2 із приводом вентилятора *M2*, ресивера 2, теплообмінника 7 з вбудованим у нього осушувачем-фільтром 6, терморегулювального вентиля 8, зрошувального змієвикового випарника 12, розміщеного в баці 9, холодоносія зі зрошувачем 10, відцентрового насоса 13 для перекачування холодоносія, фільтрів 5, 6 і 11 і вентилів 3.

Установка працює у двох замкнутих контурах: у холодильному агенті і холодоносії (воді).

Перший контур працює в такий спосіб. Компресор 4 відсмоктує пари холодоагенту з випарника 12, стискає їх і нагнітає в конденсатор 2, де холодоагент охолоджується і конденсується за рахунок теплообміну з повітрям, прогнаним вентилятором *M2*. Рідкий

холодоагент збирається в ресивері 1, а потім проходить через фільтр-осушувач 6 і теплообмінник 7. У фільтрі 6 він звільняється від вологості і бруду, а в теплообміннику 7 додатково проохолоджується за рахунок регенеративного теплообміну з парами холодоагенту, що йде з випарника.

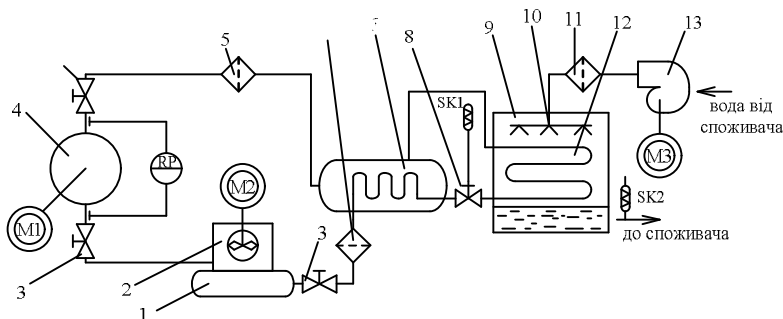


Рис. 7.24. Технологічна схема водоохолоджувальної установки UB-10

Охолоджений холодоагент надходить у терморегулювальний вентиль 8, у якому знижується його тиск, а потім у вигляді парорідинної суміші надходить у випарник 12. У випарнику ця суміш перетворюється в пару, відбираючи теплоту від водяного холодоносія і виносячи її в конденсатор. У конденсаторі теплота виділяється в навколишнє середовище за допомогою вентилятора.

Циркуляція холодоносія здійснюється насосом 13 через очисний фільтр 11. Холодоносій у розпиленому вигляді обминає випарник і охолоджується, а потім йде до споживачів холоду. Віддавши холод відповідним теплообмінником, холодоносій знову повертається в бак 9. Оптимальна робота холодильної установки спостерігається тоді, коли температура пари на виході з випарника 12 на 15...20° вище температури кипіння холодильного агента. Для підтримки цієї різниці температур призначений терморегулювальний вентиль 8 з датчиком температури *SK1* прямої дії.

Температура холодоносія контролюється датчиком температури *SK2*, що при 3°C включає електропривод компресора *M1* і вентилятора *M2* і відключає його при 0,5 °C за допомогою магнітного пускача *KM1*. Електропривод *M2* вентилятора включається одночасно з компресором (рис. 7.24). Захист від підвищення тиску нагнітання вище 1,5 МПа і зниження тиску всмоктування нижче 0,04 МПа здійснюється датчиком різниці тиску *BP*, що розмикає свої контакти і відключає магнітний

В автоматичному режимі перемикач *SA* ставлять у положення *A* виключають тумблер *SI*. Паралельно контактам тумблера *S1* підключені контакти датчика *SK3* температури, встановленого в охолоджувальному об'єкті і вмикає холодильну установку при підвищенні температури. При замиканні *SK3* спрацьовує магнітний пускач *KM2* і включає насос, а потім блок-контактами *KM2:2* – магнітний пускач *KM1* електроприводів компресора і вентилятора. Магнітний пускач *KM1* автоматично включається і відключається від датчика температури *SK2*, а магнітний пускач *KM2* – від датчика *SK3*.

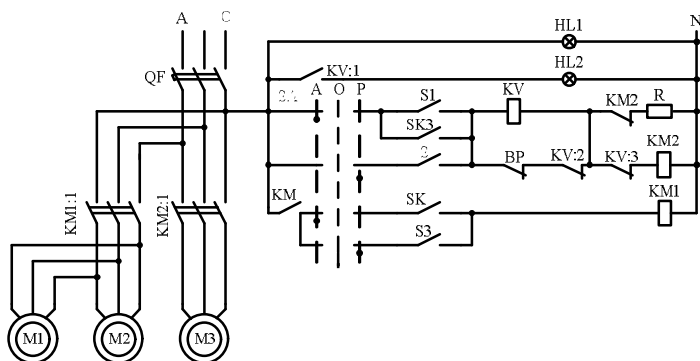


Рис. 7.25. Принципова електрична схема водоохолоджувальної установки УВ-10

496

Водоохолоджувальна установка АВ-30, призначена для охолодження води в охолодниках молока на молочних фермах і комплексах. Молоко охолоджується до 4–5 °С.

Установка працює за замкненим циклом (рис. 7.26). Пара холодоагенту (Фреон-Р12) надходить з компресора в конденсатор 10, де газоподібний фреон перетворюється на рідину і подається в ресивер 9. З ресивера рідкий холодоагент надходить у випарник через теплообмінник 6, фільтр-осушник 7 і терморегулюючий клапан 8.

У випарнику холодоагент випаровується і відбирає теплоту від води, яка зрошує поверхню випарника. Пара холодоагента йде в регенеративний теплообмінник, де нагрівається за рахунок теплообміну з рідким фреоном і відсмоктується компресором. 1, з якого потрапляє в конденсатор. Отже контур холодоагенту замикається.

Другий замкнутий контур для холодної води. Охолоджена вода насосом 11 відкачується з бака випарника і подається в охолодник молока 15, з якого через водяний фільтр 14 надходить в зрошувач, встановлений в баку випарника. Молоко для охолодження прокачується насосом 21 через охолодник молока і завдяки теплообміну з холодною водою охолоджується.

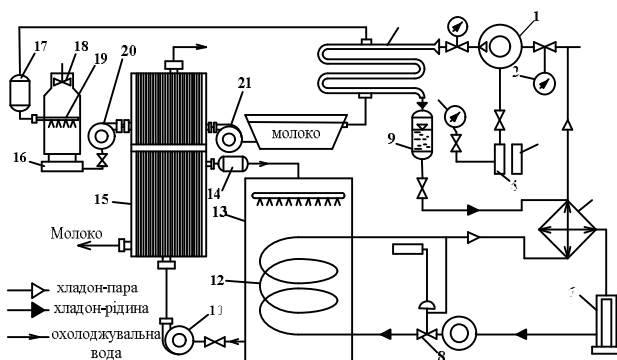


Рисунок 7.26. Технологічна схема водоохолоджувальної установки АВ-30:

- 1 – компресор; 2, 5 – манометри; 3, 4 – реле тиску і контролю навантаження;
- 6 – теплообмінник; 7 – фільтр-осушник; 8 – терморегулювальний клапан;
- 9 – ресивер; 10 – конденсатор; 11, 20 – водяні насоси; 12 – випарник;
- 13 – бак-охолодник води; 14, 17 – водяні фільтри; 15 – охолодник молока;
- 16 – градирня; 18 – вентилятор; 19 – зрошувач;
- 21 – молочний насос; 22 – молочний бак

Для роботи холодильної установки АВ-30 в автоматичному режимі перемикачі *SA1* і *SA2* встановлюють в положення *A* (рис. 7.27). При вмиканні автоматичного вимикача *QF* в електромережу відбувається запуск електродвигунів в такій послідовності: *M2*, *M3*, *M1*. Двигун *M4* привода вентилятора градирні вмикається температурним реле *SK2* при температурі води на виході з градирні понад 23,5 °С. Якщо температура води нижче 7 °С, розмикається контакт реле *SK3* і двигун *M4* зупиняється.

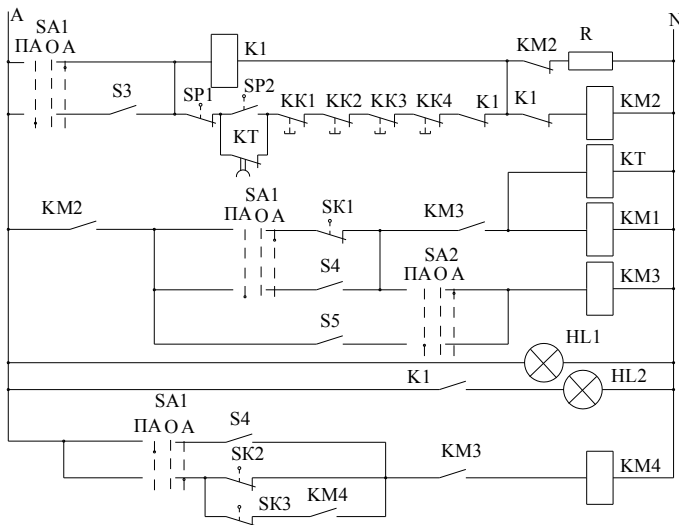


Рис. 7.27. Принципова електрична схема установки АВ-30

Температура холодоносія контролюється температурним реле *SK1*. При зменшенні температури нижче заданого значення контакти реле *SK1* розмикаються і електродвигуни компресора та насоса градирні вимикаються.

Реле тиску *SP2* сумісно з реле часу *KT* контролює режим мащення компресора. Якщо в процесі запуску тиск масла в компресорі недостатній для замикання контактів реле тиску, то через 90 с після ввімкнення реле *KT* установка вимикається. Реле тиску *SP1* вимикає установку при підвищенні тиску фреону вище норми.

Спрацювання будь-якого елементу захисту, що викликає розрив в колі котушки магнітного пускача *KM2*, призводить до розшунтування котушки реле *K1*. При цьому відбувається перерозподіл напруги

між обмотками реле $K1$ і магнітного пускача $KM2$ таким чином, що пускач вимикається, розмикаючи контакти $KM2$ замикаються, реле $K1$ вмикається, отримуючи живлення через додатковий резистор $R1$, засвічується сигнальна лампа $HL2$ (аварійне вимикання установки).

Щоб знову підготувати установку до роботи в автоматичному режимі треба перемикач $SA1$ перевести спочатку в положення O , а потім повернути у вихідне положення A .

При встановленні перемикачів $SA1$ і $SA2$ в положення $ПА$ (напівавтоматичний режим), вмикання і вимикання пускачів $KM1$, $KM2$, $KM3$ і $KM4$ здійснюється тумблерами $S3$, $S4$, $S5$ і $S6$.

Якщо холодну воду з установки АВ-30 подають на проточні охолодники, то між затискачами 1 і 2 блока затискачів X_1 встановлюють перемичку. При роботі з резервуарами-охолодниками (РПО-1,6 та ін.) перемичку знімають, а до затискачів 1 і 2 вмикають керуючі контакти від шафи керування резервуара-охолодника.

Побутові холодильники мають більш прості технологічні й електричні схеми (рис. 7.28).

У компресор 5 з випарника 2 холодильної камери надходить газоподібний холодоагент. З компресора пароподібний холодоагент з підвищеним тиском і температурою направляється в систему трубопроводів 1 зовнішнього охолодження. При охолодженні він перетворюється в рідину, що, пройшовши осушувальний фільтр 4 і капілярну трубку-дросьель 3, знову попадає у випарник 2. У випарнику рідкий холодоагент випаровується, забираючи теплоту.

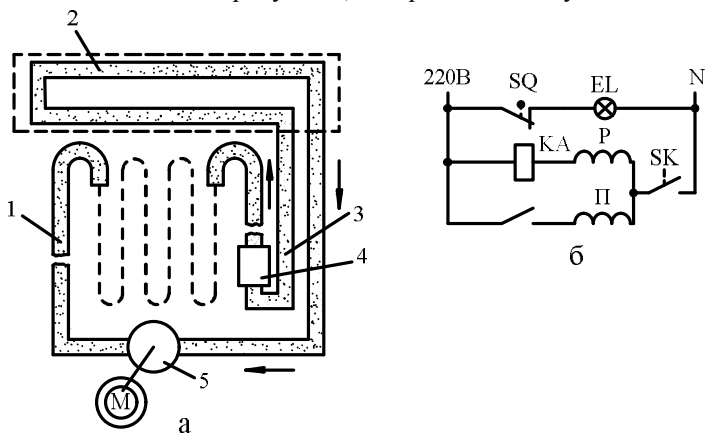


Рис. 7.28. Технологічна і електрична схема побутового холодильника

Включення і відключення електродвигуна M компресора здійснює термодатчик SK . При підвищенні температури в холодильній камері замикаються контакти SK , що включають робочу P і пускову Π обмотки електродвигуна M . Пускова обмотка струмовим реле KA підключається тільки в момент пуску, коли через робочу обмотку проходить підвищений пусковий струм. При відкриванні дверей холодильника дверним кінцевим вимикачем SQ включається освітлювальна лампа HL , встановлена всередині холодильника.

Блок управління середньо- і низькотемпературними холодильними машинами ТРМ961 використовується для підтримки заданої температури в камері та в режимі набору холоду, має можливість розтавання льоду шляхом періодичної зупинки компресора.

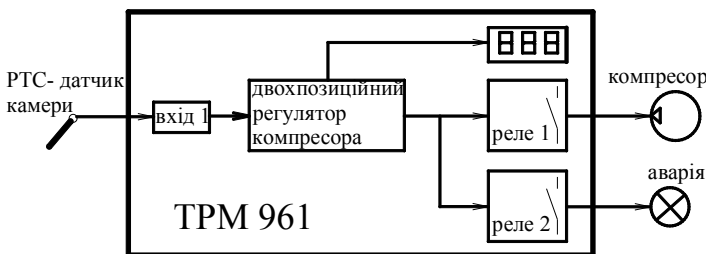


Рис. 7.29. Функціональна схема блока управління холодильними машинами ТРМ961

ТРМ961 має два способи відліку часу між розтаваннями льоду:

- за часом;
- за часом напрацювання компресора.

Також в ТРМ961 здійснюється підключення зовнішньої аварійної сигналізації, захист компресора від частих запусків та захист параметрів від несанкціонованих змін. (рис. 7.29).

До входу ТРМ961 підключається Positive Temperature Coefficient (PTC) датчик для вимірювання температури в камері. Підключення датчика здійснюється по двопровідній схемі.

ТРМ961 має 2 вихідних реле: реле 1 управляє по двопозиційному закону компресором, реле 2 використовується для підключення зовнішньої аварійної сигналізації (рис. 7. 30).

Температурний режим в камері визначають параметри SP (Set Point – контрольна крапка) і diF (диференціал).

Для підтримки температури в камері TPM961 керує роботою компресора. Компресор запускається, коли температура в камері перевищує значення $SP+diF$, і відключається, коли температура знову знижується до значення контрольної величини.

TPM961 періодично здійснює розморожування холодильної камери шляхом відключення компресора. Інтервали між двома розморожуваннями, можна відлічувати двома способами: просто за часом (1...99 ч), або за часом напрацювання компресора (режим Digifrost).

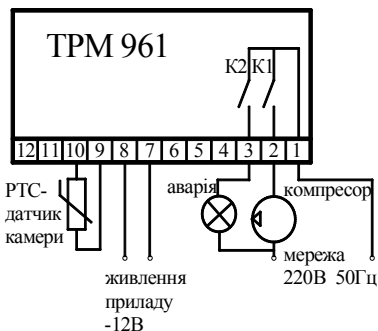


Рис. 7.30. Схема підключень блока управління холодильними машинами TPM961

При необхідності розморожування можна запустити вручну, натиснувши кнопку на лицьовій панелі приладу.

Режим “Набір холоду” призначений для швидкого охолодження камери, заповненої новим (теплим) продуктом.

Користувач задає час набору холоду 1...24 год, протягом якого компресор примусово включений. Можна задати також затримку розморожування після набору холоду. Після закінчення розморожування прилад автоматично переходить в режим “Термостат”.

При включенні режиму “Тривога” спрацьовує реле 2, яке управляє зовнішньою аварійною сигналізацією. На цифровому індикаторі з’являється аварійне повідомлення.

При виході з ладу датчика камери управління компресором продовжується, але в аварійному режимі, коли час включення і час виключення компресора жорстко визначені.

Питання для самоконтролю

1. Для чого використовуються холодильні установки?
2. При якій температурі і вологості зберігають продукти?
3. Для чого призначена холодильна установка типу МХУ?
4. Поясніть роботу холодильної установки типу МХУ за технологічною схемою.
5. Поясніть роботу холодильної установки типу МХУ за принциповою електричною схемою.
6. Поясніть роботу водоохолоджувальної установки УВ-10 за технологічною схемою.
7. Поясніть роботу водоохолоджувальної установки УВ-10 за принциповою електричною схемою.
8. Поясніть роботу водоохолоджувального агрегату АВ-30 за технологічною схемою.
9. Поясніть роботу водоохолоджувального агрегату АВ-30 за принциповою електричною схемою.
10. Поясніть роботу побутового холодильника за принциповою електричною схемою.

ТЕСТИ

1. Які холодильні установки використовують на тваринницьких молочних фермах?

- А. Фреонові холодильні установки типу УВ-10 продуктивністю холоду на 41 кВт/год.
- В. Фреонові холодильні установки типу АВ-30 продуктивністю холоду на 35 кВт/год.
- С. Фреонові холодильні установки типу МХУ продуктивністю холоду на 9 і 14 кВт/год.

2. На основі якого охолодження працюють переносні холодильники?

- А. На основі термоелектричного охолодження (ефекту Пельтьє), який полягає в тім, що під час пропускання струму через різновидні напівпровідники у місці їхнього з'єднання знижується температура.
- В. На основі охолодження (ефекту Пельтьє), який полягає в тім, що під час пропускання струму через різновидні напівпровідники у місці їхнього з'єднання підвищується температура

С. На основі ефекту який полягає в тім, що при пропущенні струму через провідники у місці їхнього з'єднання підвищується температура.

3. В яких замкнутих контурах працює водоохолоджувальна установка УВ-10?

- А. В одному замкнутому контурі: у холодильному агенті.
- В. У двох замкнутих контурах: у холодильному агенті і в холодоносію (воді).
- С. В одному замкнутому контурі: у холодоносії (воді).

4. Які засоби автоматизації використовуються в водоохолоджувальній установці УВ-10?

- А. Два датчики – реле температури.
- В. Два терморегулятори.
- С. Два датчики – реле температури та реле різниці тиску фреону.

5. Де розміщується датчик-реле температури в водоохолоджувальній установці УВ-10?

- А. В колі циркуляції холодоносія
- В. В колі циркуляції холодоносія та в охолоджувальному об'єкті.
- С. В охолоджувальному об'єкті.

6. Для чого призначена водоохолоджувальна установка АВ-30?

- А. Для охолодження молока на молочних фермах і комплексах.
- В. Для охолодження води в охолодниках молока на молочних фермах і комплексах.
- С. Для охолодження тільки води на молочних фермах і комплексах.

7. В яких замкнутих контурах працює водоохолоджувальна установка АВ-30?

- А. У трьох замкнутих контурах: у холодильному агенті і два в холодоносії (воді).
- В. У двох замкнутих контурах: у холодильному агенті і в холодоносії (воді).
- С. У двох замкнутих контурах: у холодоносії (воді).

8. Які засоби автоматизації використовуються в водоохолоджувальній установці АВ-30?

А. Два датчики – реле температури та реле різниці тиску фреону.

В. Три датчики – реле температури та реле тиску.

С. Три датчики – реле температури та два реле тиску.

9. Для чого використовується датчик – реле температури в водоохолоджувальній установці АВ-30?

А. Для підтримання температури холодоносія та температури охолоджувального продукту.

В. Для автоматичного керування вентилятора градирні.

С. Для підтримання температури холодоносія та для автоматичного керування вентилятора градирні.

8. АВТОМАТИЗАЦІЯ РЕМОНТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

8.1. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ МИТТЯ, РОЗБИРАННЯ ТА ЗБИРАННЯ АГРЕГАТІВ

8.1.1. Технологічні основи діагностування сільськогосподарської техніки

Автоматизація і механізація ремонтних робіт сприяє поліпшенню якості, зниженню собівартості і скороченню термінів ремонту тракторів, автомобілів і іншої сільськогосподарської техніки. Наприклад, тільки від застосування механізованого інструмента при ремонті продуктивність праці підвищується в 2...5 разів.

До основних ТП технічного сервісу сільськогосподарської техніки можна віднести: миття і очищення машин, розбирання і збірку агрегатів, відновлення зношених деталей, обкатка відремонтованих двигунів, машин.

Багато з'єднань, сполучення деталей після експлуатації машини, вельми важко піддаються ручному розбиранню, миттю, очищенню. Якість відремонтованих виробів багато в чому залежить від дотримання оптимальних режимів ТП. Наприклад, якщо збільшуються або зменшуються необхідні густина струму, температура і концентрація електролітів, то погіршуються властивості гальванічних покриттів. В той же час робітнику важко забезпечити контроль і своєчасне коректування вказаних параметрів. Тому полегшити умови ручної праці, підвищити його продуктивність і досягти високої якості покриттів можна тільки при використуванні спеціальних автоматичних пристроїв.

Обкатка і випробування складальних одиниць, агрегатів, машин, що є завершальним етапом ТП технічного сервісу, вимагають також застосування спеціальних технічних засобів контролю і управління для достовірної оцінки якості проведеного ремонту.

Таким чином, механізація і автоматизація основних ТП миття і очищення машин, їх розбирання і збірки, відновлення деталей, складальних одиниць, а також обкатки агрегатів має першорядне значення для правильної організації праці, підвищення ефективності і культури технічного сервісу на ремонтних підприємствах.

Технологічні процеси ремонту сільськогосподарської техніки характеризуються великою різноманітністю застосовуваного

обладнання. При цьому особливого значення набуває автоматизація процесів діагностики, за допомогою якої визначають придатність агрегату, причину виходу машини з ладу, необхідність і обсяг ремонту. Великі витрати праці ідуть на розбирання і мийку деталей, що ремонтуються, відновлення їхньої працездатності, а також зборку і післяремонтне обкатування й випробування відремонтованих агрегатів і машин. У ремонтних майстернях використовуються широко розповсюджені в промисловості токарно-гвинторізні, свердлильні, фрезерні, плоско- і круглошліфувальні верстати, а також метало-різальні верстати з програмним керуванням і інші. Крім того, у майстернях використовуються універсальні верстати для притирання і шліфування клапанів, механізми для різання металевих листів і труб, нарізування різьби і утворення фальців, згинання водогазопровідних труб, випресовування, зварювальні агрегати й інше обладнання.

Для очищення і мийки деталей, їхнього гальванічного покриття і обкатування після зборки відремонтованих агрегатів використовують компресорні і гідравлічні установки і спеціальні стенди.

Для ремонту електро- і радіоустаткування, засобів КВП і автоматики застосовують установки загальнопромислового призначення.

Автоматизація окремих стендів і процесу діагностики розглянута нижче. Описи схем автоматизації верстатів наведені до них у заводських інструкціях.

Автоматизація верстатів зводиться до рішення трьох задач: автоматизація завантаження заготовок (деталей), автоматизація установки, затиску і збирання деталей і автоматизація холостих і робочих ходів механізмів верстата.

Перша задача здійснюється за допомогою використання різних завантажувальних пристосувань, друга – використанням автоматичних засобів разом з передавальними механізмами, третя – застосуванням додаткових механізмів, що здійснюють програмне керування робочими вузлами верстата.

Високі можливості програмного керування роблять економічно вигідним застосування його не тільки в серійному виробництві деталей, але і при індивідуальному і малосерійному їхньому виробництві.

У крупносерійному виробництві використовуються верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК). Верстати із системами ЧПК вимагають запису в пам'яті системи (магнітній стрічці) технологічної і

геометричної інформації у формі числового коду, що потім використовується для відповідного керування верстатом.

Діагностування сільськогосподарської техніки. Ремонтні майстерні і підприємства безупинно розвивають свою ремонтну базу, оснащують її сучасним обладнанням і приладами, а при капітальному ремонті агрегатів сільськогосподарської техніки переходять на потокові лінії.

Сумарні витрати на підтримку тракторів і сільськогосподарських машин у працездатному стані за термін експлуатації в 2...3 рази перевищують первісну вартість цих машин.

Не маючи приладів для визначення стану техніки і висококваліфікованих кадрів, механізatori до 30...40% машин передчасно направляють у ремонт. Одним з основних шляхів скорочення витрат на обслуговування і ремонт сільськогосподарської техніки є широке використання засобів діагностування.

Діагностування – процес визначення стану об'єкта з вказуванням місця, виду і причин дефектів, порушень, ушкоджень і т.п. В техніці використовується технічна діагностика – галузь знань, що вивчає і встановлює ознаки несправностей складових частин машин, розробляє методи і засоби визначення технічного стану об'єктів діагностування.

Упровадження технічного діагностування дає величезний техніко-економічний ефект і є основною ланкою планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки. Воно дозволяє на 10...15% підвищити міжремонтний ресурс сільськогосподарських машин, усунути необґрунтоване розбирання вузлів, прискорити ремонт, знизити до 30% трудомісткість обслуговування і ремонту, підвищити потужність, економічність і надійність техніки. Завдяки своєчасному діагностуванню й обслуговуванню на 20% скорочується число ремонтів і на 20...30% – потребу в запасних частинах. Постійно удосконалюються методи і технічні засоби діагностування, розробляються електронні прилади і, автоматичні системи технічної діагностики сільськогосподарської техніки.

Діагностування включає три основних етапи: одержання інформації про технічний стан об'єкта; обробку й аналіз отриманої інформації; постановку діагнозу й ухвалення рішення. На основі проведеної діагностики встановлюють вид і обсяг ремонтних робіт, визначають і усувають причини несправностей і відмовлень, перевіряють готовність машин і приводять їх у працездатний стан.

Для систем технічної діагностики необхідний великий перелік первинних вимірювальних перетворювачів для виявлення і реєстрації численних прихованих дефектів контрольованих виробів.

Теоретично всі несправності можна установити методом діагностики, але практично для їхнього визначення поки відсутні багато первинних вимірювальних перетворювачів. Розробка мало-інерційних електричних первинних перетворювачів і застосування мікропроцесорної техніки дозволять використовувати в діагностиці положення теорії імовірної інформації, що значно підвищить точність постановки діагнозу.

Приладове діагностування виконують прямими і непрямими методами.

При прямому діагностуванні вимірюють параметри деталей і по їхньому відхиленню від норм роблять висновки про технічний стан. Виміри виконують за допомогою спеціальних приладів: мікрометрів, нутрометрів, щупів, масштабної лінійки, рулетки, штангель-циркуля, кутомірів, зубомірів, калібраторів, тахометрів та ін. Широко використовуються також прилади виміру температури, зусиль, тиску, крутних моментів, витрати рідин і газів, прискорень і вібрацій, складу відпрацьованих газів, рідин і інших величин.

При непрямому діагностуванні технічний стан деталей і вузлів оцінюють по непрямим параметрах, наприклад, зазор сполучення поршня і циліндра двигуна визначають по кількості газів, що прориваються в його картер.

Прямі методи вимагають більш простих вимірювальних приладів, але значно трудомісткі і вимагають розбирання вузлів. Непрямі методи мають велику інформативність, не вимагають розбирання вузлів, але виникає необхідність у використанні складних і дорогих спеціальних приладів і систем.

Наявне на сільськогосподарських машинах контрольно-вимірювальне обладнання дозволяє трактористу-машиністу постійно контролювати параметри технічного стану основних агрегатів при їхній експлуатації. Ці ж прилади використовують при діагностуванні.

Для діагностування рекомендується укомплектовувати машинно-тракторний парк стаціонарними стендами (20%), пересувними установками (30%) і комплектами переносного устаткування (50%).

Для діагностування використовується великий набір технічних засобів.

У сільськогосподарському виробництві широко застосовують безрозбірну діагностику і прогнозування залишкового ресурсу вузлів за допомогою комплектів вимірників типу КІ, розроблених у ГОСНІТІ. Установки і пристосування КІ ГОСНІТІ вирішують дуже широке коло задач діагностики: вимірюють крутний момент, потужність двигуна, силу тяги і гальмові зусилля на колесах, подачу і тиск масляних насосів, тиск у системі змащення і забруднення фільтрів гідросистеми, тиск впорскування і визначають якість розпилу палива форсунками, вимірюють тиск стиску в циліндрах двигуна і момент подачі в них палива. Ці установки дозволяють визначати зазори в кривошипно-шатунному механізмі і механізмах трансмісії, торцевих ущільнення вузлів ходової частини і герметичність системи охолодження, тепловий зазор у клапанному механізмі і зазори в підшипниках, знос шестерень коробки передач і втулочно-роликівих ланцюгів.

У комплектах вимірників є прилади для перевірки стану електро- і гідроустаткування, вузлів збіжності коліс і вільного ходу кермового колеса, натягу ремінних і ланцюгових передач та ін.

Методи і технічні засоби діагностики.

Діагностування по структурних параметрах – найбільш простий метод. Він зводиться до визначення стану деталей по ступені зносу їхніх геометричних розмірів, зазору сполучених деталей, ходу важелів, а також по зміні герметичності робочих обсягів (камер згоряння, плунжерних пар, золотників, циліндрів керування тощо). Цей спосіб вимагає іноді розбирання вузлів і має невисоку точність діагностики працездатності машини в цілому.

По змінах параметрів робочого процесу проводять діагностику двигунів внутрішнього згоряння. До цих параметрів відносяться температура нагрівання масла в системі змащення і газів, що відробили, амплітуди пульсацій тиску газів, що відробили, і повітря в колекторах, амплітуди пульсацій тиску палива в паливній апаратурі, результати аналізу змісту газів, що відробили.

Метод діагностики по параметрах робочого процесу відрізняється малою трудомісткістю, але має низьку точність.

Усі перераховані методи виконують при постійній участі оператора-діагноста. В автоматичних системах роль оператора зводиться до включення системи на початку перевірки і відключенню її наприкінці діагностики. Автоматичні системи діагностики використовують віброакустичний і спектрофотометричний методи контролю з набором електронних приладів.

Віброакустичним методом діагностики реєструють амплітуду і характер акустичних сигналів (шумів і вібрацій). Амплітуда і частота шумів і вібрацій змінюються в міру зносу деталей і збільшення зазорів сполучених вузлів. Задача віброакустичної системи діагностики полягає у виділенні сигналу, створюваного виниклим дефектом, з численних акустичних перешкод, що виникають при нормальній роботі агрегату. Для цього використовують прилади спектрального аналізу, що дозволяють виявляти причину, частоту і потужність вібрацій, що виникли через дефекти.

Спектрофотометричний метод діагностики заснований на визначенні складу продуктів зносу в пробі масла шляхом виміру спектрів випромінювання при спалюванні проби масла в електричній дузі.

Спектри фотографують, а потім розшифровують по спеціальних спектрограмах за допомогою ЕОМ. Тривалість аналізу однієї проби на сучасних автоматичних спектрофотометрах складає 3...4 хв. За результатами періодичних аналізів будують графіки інтенсивності зношування і прогнозують працездатність об'єкта діагностики.

Спектрофотометричні методи мають високу погрішність діагностики ($\pm 10...15\%$). У цьому зв'язку спектрофотометричне діагностування рекомендується для попередньої експрес оцінки технічного стану машини, а остаточний діагноз визначається більш точними методами.

Питання для самоконтролю

1. За рахунок чого здійснюється підвищення якості обслуговування і скорочення термінів ремонту машин і агрегатів?
2. До чого зводиться автоматизація верстатів?
3. Що називається діагностикою?
4. Що називається технічною діагностикою?

ТЕСТИ

1. Що дає автоматизація і механізація ремонтних робіт?

А. Поліпшення якості, зниження собівартості і скорочення термінів ремонту тракторів, автомобілів і іншої сільськогосподарської техніки.

В. Поліпшення якості сільськогосподарської техніки.

С. Скорочення термінів ремонту тракторів, автомобілів.

2. Які етапи діагностування?

А. Одержання інформації про технічний стан об'єкта, діагностування, ухвалення рішення.

В. Одержання інформації про технічний стан об'єкта, обробку й аналіз отриманої інформації.

С. Одержання інформації про технічний стан об'єкта, обробку й аналіз отриманої інформації, діагностування й ухвалення рішення.

3. Як виконують пряме діагностування?

А. Технічний стан деталей і вузлів оцінюють по непрямим параметрах.

В. Вимірюють параметри деталей і по їхньому відхиленню від норм, роблять висновок про технічний стан.

С. Технічний стан деталей і вузлів оцінюють по прямим параметрах.

4. Як виконують непряме діагностування?

А. Технічний стан деталей і вузлів оцінюють по непрямим параметрах.

В. Вимірюють параметри деталей і по їхньому відхиленню від норм роблять висновок про технічний стан.

С. Технічний стан деталей і вузлів оцінюють по прямим параметрах.

5. До чого зводиться діагностування за структурними параметрами?

А. До температури нагрівання оливи в системі змащення і газів, що відробили, амплітуди пульсацій тиску та повітря в колекторах.

В. До визначення змісту продуктів зносу в пробі масла шляхом виміру спектрів випромінювання при спалюванні проби масла в електричній дузі.

С. До визначення стану деталей за ступенем зносу їхніх геометричних розмірів, зазору сполучених деталей, ходу важелів, а також по зміні герметичності робочих обсягів.

6. По змінах яких параметрів робочого процесу проводять діагностику двигунів внутрішнього згорання?

А. Реєстрування амплітуди і характеру акустичних сигналів (шумів і вібрацій), які змінюються в міру зносу деталей і збільшення зазорів сполучених вузлів.

В. Температури нагрівання оливи в системі змащення і газів, амплітуди пульсацій тиску газів, що відроби́ли, і повітря в колекторах, амплітуди пульсацій тиску палива в паливній апаратурі, результати аналізу змісту газів.

С. Визначення стану деталей по ступені зносу їхніх геометричних розмірів, зазору сполучених деталей, ходу важелів, а також по зміні герметичності робочих обсягів.

7. До чого зводиться віброакустичний метод діагностики?

А. До реєстрування амплітуди і характеру акустичних сигналів (шумів і вібрацій), які змінюються в міру зносу деталей і збільшення зазорів сполучених вузлів.

В. До визначенні змісту продуктів зносу в пробі масла шляхом виміру спектрів випромінювання при спалюванні проби масла в електричній дузі.

С. До температури нагрівання оливи в системі змащення і газів, амплітуди пульсацій тиску газів, що відроби́ли, і повітря в колекторах.

8. До чого зводиться спектрофотометричний метод діагностики?

А. До реєстрування амплітуди і характеру акустичних сигналів (шумів і вібрацій), які змінюються в міру зносу деталей і збільшення зазорів сполучених вузлів.

В. До визначення змісту продуктів зносу в пробі масла, шляхом виміру спектрів випромінювання при спалюванні проби масла в електричній дузі.

С. До визначення стану деталей по ступені зносу їхніх геометричних розмірів, зазору сполучених деталей, ходу важелів, а також при зміні герметичності робочих обсягів.

8.1.2. Автоматизація технологічних процесів миття, розбирання і збирання агрегатів

Сільськогосподарську техніку експлуатують в різних кліматичних умовах. Поверхні тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин в результаті контакту з ґрунтом, рослинами, паливно-змащувальними матеріалами, добривами.

Забруднення різних видів зустрічаються в найрізноманітніших поєднаннях. Застосовують за призначенням різні ефективні миючі засоби. Так, по хімічному складу розрізняють синтетичні і кислі миючі засоби, органічні розчинники, розчиняючо-емульгуючі засоби.

За фізико-хімічними основами миючого засобу всі способи очищення і реалізуючі їх мийні машини ділять на струменеві, заглибні і комбіновані.

Найбільш поширений струменевий спосіб, при якому подача розчину доповнюється механічною дією струменя на забруднення. Цей спосіб реалізований в моніторних і струменевих мийних установках.

Зовнішні частини машини і зняті агрегати миють холодною або гарячою водою. Первинну мийку сільськогосподарських машин проводять на відкритих площадках з використанням звичайних шлангів і відцентрових насосів.

Розібрані деталі і вузли на ремонтних підприємствах миють у спеціальних камерах водяними розчинами, попередньо підігрітими до температури 60...80 °С.

Система автоматичного регулювання температури миючих розчинів. У сільськогосподарському ремонтному виробництві застосовують різні способи нагріву миючого розчину: за рахунок спалювання рідкого палива в спеціальних камерах згорання; пропусканням пари (газу) по змійовику, поміщеному у ванну з миючим розчином; електричний. Останній спосіб як найекономічніший, надійніший і простіший широко застосовують в автоматичних системах регулювання температури рідин, газів. У системах, що реалізують електричний спосіб нагріву, як регулюючі елементи звичайно використовують ТЕНи заглибного типу в поєднанні з двопозиційними регуляторами і датчиками, виконаними на базі манометричних термометрів електроконтактних.

Принципова схема системи регулювання температури миючого розчину наведена на рисунку 8.1. Всі ТЕНи розділено на дві групи:

перша – ТЕНи, що включаються контактором *КМ3* і працюють тільки в період виводу температури миючого розчину до заданого значення (надалі на всьому протязі роботи ці ТЕНи відключено);

друга – ТЕНи, що включаються контактором *КМ2* і працюють на першій стадії сумісно з ТЕНами першої групи, а після виводу температури миючого розчину в бажану область температури, що включаються періодично для підтримки, в необхідному діапазоні.

Потужність ТЕНів першої групи в основному визначається часом виводу температури миючого розчину в бажану область і кількістю розчину, а другої групи – втратами теплоти в процесі миття. Як датчик температури миючого розчину використовують манометричний термометр електроконтактний. У разі виникнення будь-яких несправностей, збоїв, які можуть викликати перевищення температури миючого розчину щодо верхньої межі зони регулювання, в схемі передбачене використання термодатчика *SK3*, реагуючого на перевищення. При цьому розмикаючий контакт *SK3* знеструмлює обмотку реле *KV5*, яке відключає нагрів і включає світлову сигналізацію “Аварія”. Включення контактора *КМ1* відбувається після усунення несправності в схемі і подальшого натиснення кнопки *SB2*.

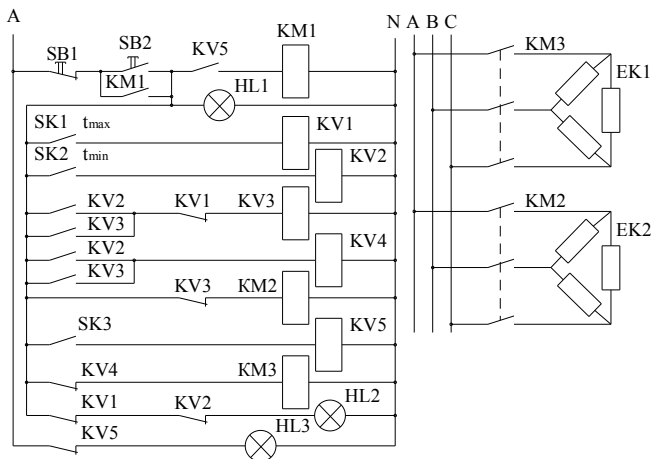


Рис. 8.1. Принципова схема САК температури миючого розчину

Деякі мийні розчини містять шкідливі для здоров'я компоненти. У МПСПе розроблені нетоксичні миючі засоби: МС-6 – для зовнішнього очищення тракторів, автомобілів, комбайнів від маслянисто-грязьових відкладень; МС-15 – для очищення трансмісій і двигунів від мастил і грязі, що загустіла; МС-8 – для очищення сильно забруднених деталей.

Без автоматизації неможливо одержати високу якість мийно-очисних робіт з одночасним зниженням їхньої трудомісткості. Ремонтні підприємства обладнаються мийними конвеєрами з щітковими установками для обмивання й очищення машини й установками обдуву вимитих машин. Мийка й обдувка здійснюються в такий спосіб. Машина під'їжджає до конвеєра і направляється на нього по сигналі світлофора, що дозволяє витримувати мінімальну дистанцію між машинами. Переміщаючи по конвеєрі, машина своїм корпусом перетинає промінь світла, що викликає включення фотореле системи автоматизації. Фотореле включає подачу теплової води й установку щіткової мийки, і починається мийка машини, що рухається. Наближаючись до установки обдуву, машина перетинає другий промінь світла, і при цьому відбувається вмикання другого фотореле, відключення установки щіткової мийки, припинення подачі води і включення електровентиляторів обдуву. Як тільки машина вийде з зони обдуву, від променя світла спрацює третє фотореле і відключить електровентилятори обдуву.

Спеціальні мийні камери мають часткову автоматизацію технологічних процесів: керування температурою і рівнем мийних розчинів, періодичне їхнє очищення від забруднень, створення хитних або обертових рухів камер мийки за заданою програмою.

Система автоматичного управління ТП миття складальних одиниць і деталей полягає в подачі в камеру миття, опусканні шторки, що закриває прохід для виключення розбризкування миючого розчину, включенні насоса подачі розчину в сопла, забезпеченні відносного переміщення деталей і струменів рідини. Після закінчення часу миття двигун насоса відключається, шторка, що закриває вхідний отвір, підіймається, і корзина з деталями повертається в початкове положення. Для видалення пари миючої рідини на всьому протязі миття працює витяжна вентиляція.

Схема автоматизації ТП миття показана на рисунку 8.2. Для управління виконавчими механізмами встановлені безконтактні кінцеві вимикачі *SQ1...SQ5* у комплекті з проміжними реле *KV1...KV5* (рис. 8.3). У початковому стані візок знаходиться в крайньому лівому

положенні (включене реле $KV1$), шторка – в крайньому верхньому (включене реле $KV2$). При дотриманні цих умов і натисненні кнопки $SB2$ включається контактор $KM1$ і своїм замикаючим контактом самоблокується.

При натисненні кнопки $SB3$ на обмотку пускача приводу каретки “Вперед” $KM2$ подається напруга. При підході каретки до шляхового вимикача $SQ4$ останній включає реле $KV4$, розмикаючий контакт якого знеструмлює котушку пускача $KM2$, а замикаючий – готує ланцюг живлення котушки пускача $KM2$ по ланцюгу $KV3$ – $KV4$ – $KV5$ – $KM3$ і подає живлення на котушку пускача приводу шторки $KM5$.

За допомогою пускача $KM5$ подається напруга на обмотку іншого пускача-вимикача вентилятора $KM7$. Шторка, яка опустилася в крайнє нижнє положення, за допомогою вимикача $SQ3$ включає реле $KV3$, яке в свою чергу включає пускач насоса $KM4$, реле часу $KT1$ миття і пускач приводу каретки “Вперед”. Каретка, продовжуючи рух вперед, впливає на вимикач $SQ4$. Рух каретки триває до спрацьовування $SQ5$. Реле відключає живлення з обмотки реле “Вперед” і подає його на обмотку реле “Назад”. Рух каретки продовжується до тих пір, поки не спрацюють контакти реле часу (миття), які забезпечать включення пускача приводу шторки “Вгору”. Вона впливає на $SQ3$. При цьому реле відключається, живлення з пускача приводу насоса припиняється, а ланцюг живлення пускача приводу каретки “Вперед” розривається. Другий замикаючий контакт $KT1$ готує ланцюг живлення котушки.

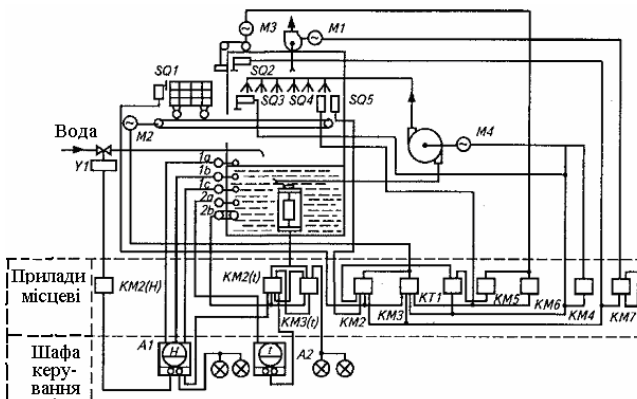


Рис. 8.2. Схема автоматизації мийної машини

Автоматизація розбірних і складальних процесів сполучена з великими труднощами, що виходять зі специфіки виконання робіт. Тому розбірні і складальні операції виконують у майстернях вручну. Однак на поточкових лініях широко застосовують механізовані пристосування: гайковерти, шуруповерти, гідравлічні і пневматичні молоти, преси, дрилі тощо.

Під час зборки агрегатів використовують автоматичні лінії подачі деталей до місця зборки, транспортування агрегату, що збирається, на наступне робоче місце.

Найбільш складні процеси автоматичної зборки – орієнтація деталей відносно один одного і сполучення їх. Звичайно деякі складальні операції, легко виконувані вручну, важко піддаються автоматизації, і навпаки, важко виконувані вручну операції легко можуть бути автоматизовані.

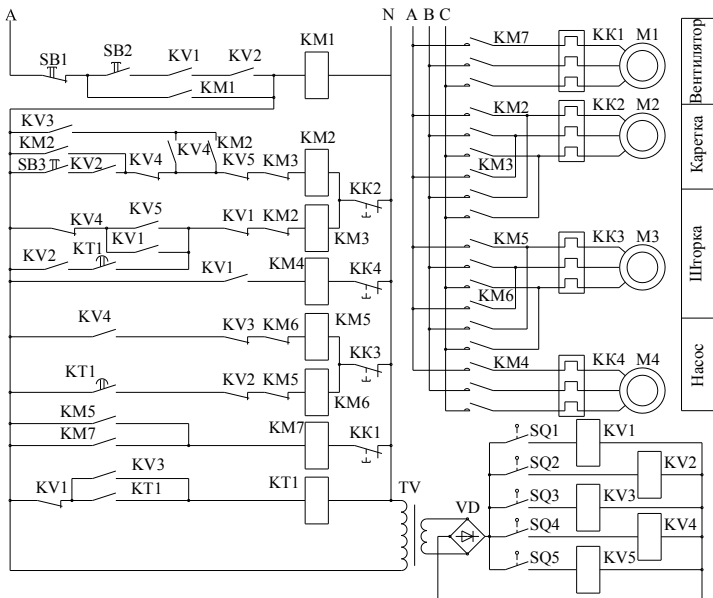


Рис. 8.3. Принципова схема пристрою керування мийкою

Автоматизація зборки вимагає в ряді випадків зміни конструкції складальних пристосувань і самих деталей. Технологічний процес

зборки повинний виконуватися з найменшим числом змін положення деталей.

На ремонтних заводах і в майстернях для підйому, опускання і переміщення агрегатів, машин і устаткування, які ремонтуються використовують електрокари, тельфери і мостові крани. Найбільше поширення одержали тельфери – підвісні візки.

Вантажопідйомність тельферів – від 0,2 до 5 т. Тельфери малої вантажопідйомності мають один електродвигун для підйому деталей, а їхній візок вручну переміщують уздовж балки.

Тельфери великої продуктивності мають два електродвигуни для підйому $M1$ і переміщення $M2$ (рис. 8.4). Керує тельфером персонал майстерні за допомогою кнопкової станції 1. Піднімальний барабан 3 приводиться в обертання двигуном 2 ($M1$). Переміщається тельфер і закріплений на гаку 4 вантаж по двотавровій балці 8 на ходових колесах 9, що приводяться в обертання електродвигуном 10 ($M2$) через редуктор. Електрична енергія до двигунів підводиться по гнучкому кабелі.

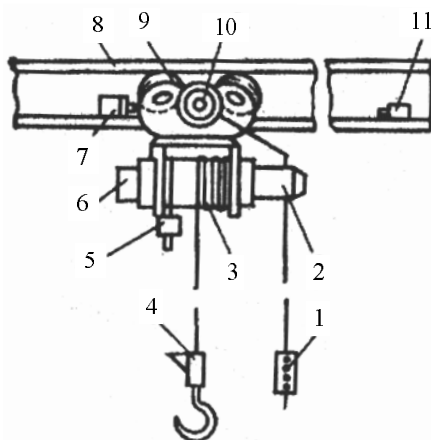


Рис. 8.4. Загальний вид тельфера

Кожен електродвигун працює (рис. 8.5), поки натиснуті пускові кнопки підйому вантажу $SB1$, спуску $SB2$, переміщення вперед $SB3$ і назад $SB4$. При відпусканні кнопки розриваються відповідні ланцюги магнітних пускачів $KMP...KMH$, і електродвигуни відключаються від мережі. Такий метод керування – поштовховий.

Кінцеві вимикачі 5, 7 і 11 обмежують переміщення вантажу при його підйомі $SQ1$ і горизонтальному пересуванні $SQ2$ і $SQ3$. При їхньому розмиканні двигуни зупиняються.

Електродвигун підйому вантажу має електромагнітне гальмо (ЕТ), що при включеному двигуні звільняє барабан 3, а у відключеному положенні стопорить його, крім мимовільного опускання вантажу.

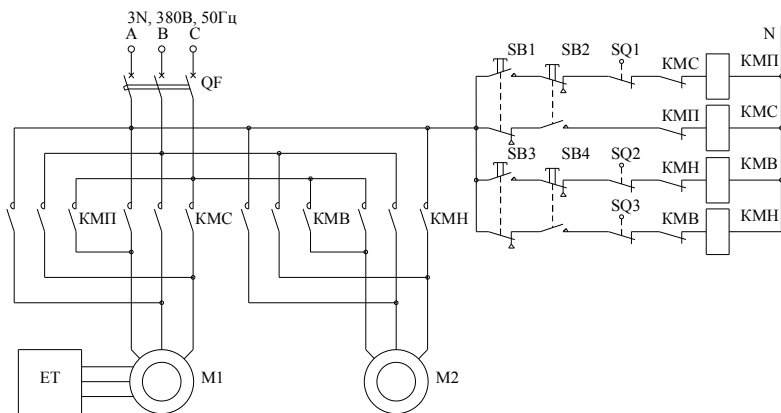


Рис. 8.5. Принципова електрична схема керування тельфера

Питання для самоконтролю

1. Де і чим проводять первину мийку сільськогосподарських машин?
2. Яким мийним устаткуванням обладнають ремонтні підприємства?
3. Які автоматизовані процеси здійснюються на мийних конвеєрах ремонтних підприємств?
4. Які автоматизовані процеси мають спеціальні мийні камери?
5. Які пристрої використовують на ремонтних заводах і в майстернях для підйому, опускання і переміщення агрегатів, машин і устаткування, що ремонтуються?

ТЕСТИ

1. Де і чим проводять мийку розібраних деталей і вузлів?

- А. У спеціальних камерах водяними розчинами, попередньо підігрітими до температури 60...80 °С.
- В. На закритих площадках з використанням гарячої води.
- С. У спеціальних камерах водяними розчинами, попередньо підігрітими до температури 60...80 °С.

2. Який пристрій використовується на мийних конвеєрах ремонтних підприємств для автоматизації процесу?

- А. Фотореле.
- В. Програмне реле часу.
- С. Терморегулятор.

3. Який метод керування використовується в тельферах?

- А. Блокувальний.
- В. Поштовховий.
- С. Періодичний.

4. Які засоби автоматизації використовується в тельферах?

- А. Кінцеві (шляхові) вимикачі.
- В. Реле часу.
- С. Програмні пристрої.

5. Використовуючи принципову електричну схему тельфера, вкажіть, за допомогою якої кнопки здійснюється опускання вантажу?

- А. Кнопки SB3.
- В. Кнопки SB2.
- С. Кнопки SB1.

6. Використовуючи принципову електричну схему тельфера, вкажіть, для чого використовується кінцевий вимикач SQ2 і SQ3?

- А. Обмежує переміщення вантажу при його горизонтальному пересуванні.
- В. Обмежує переміщення вантажу при його підйомі.
- С. Обмежує переміщення вантажу при його опусканні.

8.2. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Технологія відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки гальванічним способом заснована на осадженні металів шляхом електролізу водяних розчинів солей металів або кислот (хромування).

На деталь (катод) підводять негативний потенціал джерела живлення. Як анод використовують пластину з металу, який необхідно нанести на деталь, чи пластини з нерозчинного металу, наприклад свинцю (при хромуванні). До пластин приєднують позитивний потенціал джерела живлення.

Електрохімічний еквівалент залежить від виду металу, що витрачається на покриття, щільності струму, температури електроліту, форми кривої струму електролізу й інших параметрів.

Деталі перед гальванічним нарощуванням проходять спеціальну обробку. Їх шліфують, промивають, знежирюють, протравлюють (декапірують) у розчинах сірчаної, фосфорної або хромової кислот, знову промивають, а потім підвішують в електролітичних ваннах і приєднують до негативного електрода джерела живлення. На місця деталей, не підлягаючому нарощуванню металу, наносять електроізоляційні матеріали.

Для одержання якісного нарощування металів використовують різні методи зміни полярності і форми струму електролізу:

- автоматичне реверсування струму, тобто періодичну зміну полярності напруги на деталі з негативної на позитивну, і навпаки. Тривалість перебування деталі під негативною напругою – на порядок більш ніж під позитивною напругою;

- використання асиметричного струму, тобто випрямленого струму з різним коефіцієнтом випрямлення.

Універсальне джерело струму для живлення електролітичних ванн (рис. 8.6) розроблений у МПСПе.

Джерело дозволяє вести процес нарощування металу на однофазному асиметричному і на трифазному випрямленому струмах з можливістю переходу з одного режиму на інший без переривання струму і з високою точністю стабілізації і регулювання складових струму.

Джерело виконане у виді двох функціональних блоків: силового і керуючого. Силловий блок містить понижуючий трансформатор 10 кВА *TV*, тиристорний блок *ТБ*, шунти *R1* і *R2* у ланцюгах виміру струму. Блок керування має катодний *КП* й анодний *АП* підсилювачі,

регулятори катодного *PKT* і анодного *PAT* струмів, блоки фазо-імпульсного керування катодними тиристорами *VD1...VD3* (*БФУК*) і анодним тиристором *VD4* (*БФУА*), електродним комутатором *ЕК*.

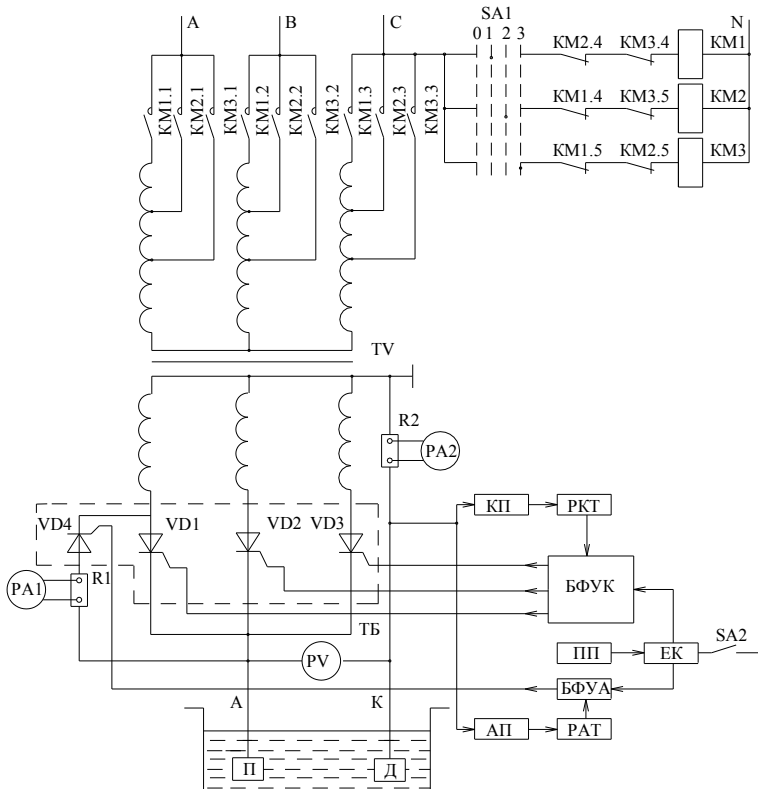


Рис. 8.6. Принципова електрична схема електролітичної установки

Перемикачем *SA1* за допомогою магнітних пускачів *KM1...KM3* можна одержати три значення вихідної напруги на трансформаторі *TV*: 6, 12 і 24 В при максимально можливому струмі 1200, 600 і 300 А. Амперметр *PA1* вимірює значення анодного струму, амперметр *PA2* – значення постійної складової випрямленого катодного струму.

Як первинний перетворювач сили струму використовують опір шунта *R2*, через який протікають катодні й анодні складові струму. Напруга сигналу із шунта *R2* підсилюється однопівперіодними

підсилювачами *КП* й *АП*, зібраними на операційних мікросхемах. Підсилювач *КП* одночасно інвертує сигнал.

Блок *БФУК* по черзі керує комутацією тиристорів *VD1...VD3*, а *БФУА* – комутацією тиристора *VD4*.

На блоки *БФУК* і *БФУА* подаються керуючі імпульси від електронного комутатора *ЕК* з частотою 1 кГц. При відключеному перемикачі *SA2* працюють тиристори *VD4* і *VD1*, що забезпечують асиметричну форму струму. При включеному *SA2* працюють тиристори *VD1...VD3*. Вони дають пульсуючу форму випрямленого струму.

Шляхом переключення первинної обмотки трансформатора встановлюють задану щільність струму на відновлюваній деталі (від 3 до 6 кА/м²). За допомогою програмного пристрою *ПП* автоматично змінюють у процесі гальванопокриттів кут відкриття тиристорів *VD1...VD4*.

Процес осадження металу розбивається на кілька циклів. Після занурення деталей у ванну і підключення електродів включається програмний пристрій *ПП* (рис. 8.4), що через визначену витримку часу встановлює задані для деталі щільності струму прямої на півхвилі (катода /к) і зворотної на півхвилі (анода /а). Через час, рівний близько 1 хв., програмне реле протягом 3 хв. плавно знижує щільність струму до нуля. Після цього за час відбувається плавне збільшення щільності випрямленого катодного струму до граничного значення. Щільність струму і час вибирають і коректують у залежності від заданих параметрів мікротвердості, зчепності і товщини нарощуваних покриттів, а також від температури, кислотності і концентрації електролітів.

Витримка деталей без струму тривалістю 10...60 с необхідна для вирівнювання температур електроліту і деталей, що забезпечує кращу зчепленість першого шару покриття з деталлю.

Мала щільність струму (<300 А/м²) і наявність анодного струму забезпечують осадження м'якого підшару заліза з невеликими внутрішніми напруженнями. Застосування асиметричного струму підвищує продуктивність процесу в 2...3,5 рази, поліпшує зчеплення покриття з основою і дозволяє одержувати покриття з заданою мікротвердістю.

За допомогою програмного пристрою *ПП* відбувається автоматичне керування параметрами режимів обробки, а саме: стабілізацією температури електроліту, щільністю струму, кислотністю розчинів і часом витримки деталей у ванні, що забезпечує задану товщину покриття. Програмний пристрій має відповідні регулятори.

Автоматичне регулювання температури особливо важливо при хромуванні, хімічному нікелюванні і залізненні. У цих процесах коливання температури електроліту не повинні перевищувати $\pm 2^\circ$. Для малих ванн застосовують двохпозиційні регулятори, для великих – регулятори пропорційно-інтегральної дії, що керують електричним обігрівачем розчину.

Автоматичне регулювання щільності струму здійснюють шляхом зміни кута відкриття тиристорів $VD1...VD4$ (рис. 8.6).

Задане значення щільності струму встановлюється програмним пристроєм ПП залежно від режиму електролізу, а фактичне – вимірюється і визначається за значенням спадання напруги на шунтах-резисторах $R1$ і $R2$. Фактичне значення струму доводиться до заданого за допомогою випрямлячів, підсилювачів $KП$ й $АП$, регуляторів струму $РКТ$ і $РАТ$ і блоків керування $БФУК$ і $БФУА$ тиристорами.

Автоматичне регулювання кислотності забезпечує одержання якісних осадів металу на деталях. Вимірюють кислотність рН – метрами, а коректують її шляхом додавання в електроліт лугу чи кислоти.

Автоматичне регулювання заданої товщини покриття здійснюється або за допомогою лічильника ампер-годин, або за допомогою програмного реле часу.

Гальванічні цехи обладнають потоковими лініями, у яких оброблювані деталі транспортують по визначеній програмі. Програмою передбачається необхідна послідовність переміщення і час витримки у ваннах деталей при знежиренні, промиванні, декапіруванні, гальванопокритті, сушінні й інших операціях. З цією метою гальванічні потокові лінії обладнують маніпуляторами й автооператорами, які переміщують деталі з ванни у ванну відповідно до заданого технологічного процесу.

Автоматизація гальванічних процесів підвищує якості покриттів і знижує вартість обробки, знижує трудомісткість робіт і витрата хімікатів, поліпшує умови праці і прискорює процес ремонту.

Питання для самоконтролю

1. На чому заснована технологія відновлення зношених деталей сільськогосподарської техніки?
2. Як здійснюється гальванічний спосіб відновлення зношених деталей?

3. Якими параметрами відбувається автоматичне керування в електролітичній установці?

4. Як здійснюється автоматичне регулювання температури розчину в електролітичній установці?

5. Як здійснюється автоматичне регулювання щільності струму в електролітичній установці?

ТЕСТИ

1. Яку обробку використовують для деталей перед гальванічним наросуванням?

А. Їх знежирюють, протравлюють у розчинах кислот, знову промивають, а потім підвишують в електролітичних ваннах.

В. Їх шліфують, промивають, знежирюють, протравлюють у розчинах кислот, знову промивають, а потім підвишують в електролітичних ваннах.

С. Їх шліфують, протравлюють у розчинах кислот, а потім підвишують в електролітичних ваннах.

2. Які методи використовують для одержання якісного наросування металів гальванічним способом?

А. Зміни полярності і форми струму електролізу.

В. Зміни форми струму електролізу.

С. Зміни полярності струму електролізу.

3. Який пристрій використовується для автоматичного керування електролітичною установкою?

А. Затримуючий пристрій.

В. Терморегулятор з датчиком.

С. Програмний пристрій.

4. Як здійснюється автоматичне регулювання кислотності в електролітичній установці?

А. Вимірюють кислотність рН-метрами, а коректують її шляхом додавання в електроліт кислоти.

В. Коректують шляхом додавання в електроліт лугу чи кислоти.

С. Вимірюють кислотність рН-метрами, а коректують її шляхом додавання в електроліт лугу чи кислоти.

5. Як здійснюється автоматичне регулювання заданої товщини покриття в електролітичній установці?

А. За допомогою лічильника ампер-годин, або за допомогою програмного реле часу.

В. За допомогою лічильника ампер-годин.

С. За допомогою програмного реле часу.

6. Що дає автоматизація гальванічних процесів?

А. Підвищує якість покриття і знижує вартість обробки.

В. Підвищує якість покриття і знижує вартість обробки, знижує трудомісткість робіт і витрату хімікатів, поліпшує умови праці і прискорює процес ремонту.

С. Знижує трудомісткість робіт і витрату хімікатів, поліпшує умови праці і прискорює процес ремонту.

8.3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБКАТУВАННЯ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

Обкатування – завершальна операція при ремонті двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ).

Вона забезпечує прироблення взаємно тертьових поверхонь деталей. У процесі обкатування виявляються й усуваються дефекти, які знижують надійність ДВЗ в експлуатації.

На мотороремонтних підприємствах застосовують комбіноване потрійне обкатування: холодне, гаряче холосте і гаряче під навантаженням.

При холодному обкатуванні непрацюючий ДВЗ прокручують від електродвигуна на малих оборотах: починаючи приблизно з 500 і закінчуючи при 1000...1400 хв⁻¹. При гарячому холостому обкатуванні ДВЗ працює на холостому ходу. Холосте обкатування починається з закінчення холодного, коли ДВЗ надійно запускається, і закінчується при 1400...1800 хв⁻¹. Електродвигун у цьому режимі відключений.

При гарячому обкатуванні під навантаженням ДВЗ працює як первинний двигун, що обертає гальмо чи той же електродвигун. Електродвигун переводять у режим генератора. Вироблена ним електроенергія надходить у загальну електромережу. Навантажують ДВЗ поступово, починаючи з 1600...1800 хв⁻¹ і закінчуючи при 1700...2200 хв⁻¹.

Навантаження змінюється ступенями від 10...20 до 85...100% номінальної потужності, що обкатується ДВЗ. На цьому ж стенді ДВЗ випробовують для виявлення надійності його роботи і визначення основних техніко-економічних показників.

Для обкатування ДВЗ використовують стенди ГОСНІТІ з асинхронними електродвигунами потужністю від 4,5 до 160 кВт частотою обертання від 750 до 1500 хв⁻¹. Електродвигуни використовують з контактними кільцями в ланцюзі ротора, до яких приєднують рідинні реостати. Змінюючи глибину занурення електродів реостата в рідину, регулюють частоту обертання в діапазоні 1...2,5.

Неширокий діапазон регулювання частоти обертання і мимовільне її відхилення через зміну опору реостата при електророзігріві рідини – істотні недоліки цих стендів.

Деякі ремонтні майстерні і підприємства використовують автоматичні обкатувально випробувальні стенди з асинхронно-вентильним каскадом (АВК) (рис. 8.7) потужністю вище 60 кВт. Стенд містить кінематично з'єднаний з валом ДВЗ 3, що обкатується, асинхронний електродвигун 1 з фазним ротором. Струми обмоток ротора випрямляються випрямлячами 22, 23 і 24, інвертуються трифазним інвертором струму ІТ і через трансформатор, що узгоджує, 15 направляються в мережу. Завдяки наявності АВК у мережу повертається (рекуперується) до 80% енергії, що забирається стендом.

Для автоматичного керування режимами обкатування стенд обладнаний відповідними приладами: датчиками 2 крутного моменту, датчиком 4 швидкості зміни температури, датчиками температури масла в системі змащення, датчиком частоти обертання – тахометром 14, підсилювачами-перетворювачами 5, 6, 8 і 11, органами, що порівнюють 10 і 7, задатчиками програми обкатування 9 і крутного моменту, 13 і блоком 12 для фазоімпульсного керування групами вентилів 19, 20 і 21 інвертора струму ІТ. Трансформатор інвертора струму має трифазну вторинну обмотку 15 і три секціоновлювальні первинні трифазні обмотки 16, 17 і 18.

Вторинні обмотки 16 і 18 з'єднані за схемою “зигзаг” а обмотки 17 – за схемою “зірка” з додатковою обмоткою, з'єднаною у “відкритий трикутник”. Це поліпшує форму кривої напруги на обмотці 15 і поліпшує узгодження рівнобіжної роботи інвертора ІТ з мережею.

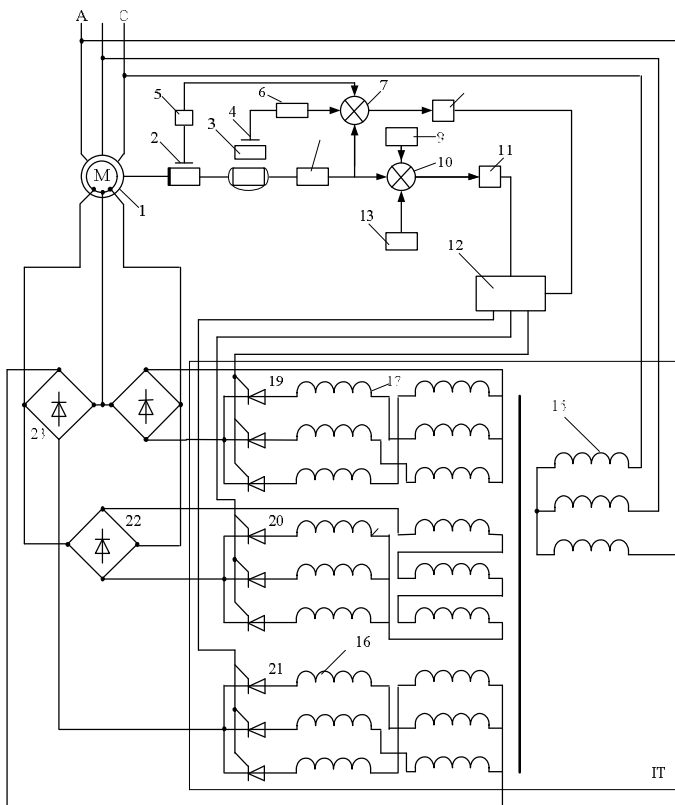


Рис. 8.7. Принципова електрична схема обкатувально-випробувального стенда з АВК

Задатчиками 9 та 13 задаються тимчасові програми наростання частоти обертання і гальмового моменту при обкатуванні двигуна з урахуванням температури нагрівання масла. В органах порівняння 10 та 7 відбувається порівняння фактичних величин частоти і моменту обертання з заданими значеннями. За допомогою підсилювачів 5, 11, блоку керування 12 інвертор струму ІТ відбувається відпрацювання заданої програми обкатування.

Перехід з одного режиму в наступний відбувається автоматично від датчика 4 швидкості зміни температури масла. Як тільки температура масла в системі змащення припиняє свій ріст, то при

холодному обкатуванні збільшується на ступінь частота обертання, а при гарячому – гальмовий крутний момент. При новій стабілізації температури виробляється сигнал для переходу на наступну ступінь обкатування.

На великих моторобудівних підприємствах обкатувально-випробувальні стенди мають програмне керування по 3...5 незалежних параметрах, а також контроль і обробку на мікро-ЕОМ техніко-експлуатаційних параметрів ДВЗ при обкатуванні з висновком результатів на цифродрук і видачею даних на ЕОМ підприємства.

На моторобудівних і мотороремонтних підприємствах застосовують автоматизовані комплекси для обкатки і випробування ДВЗ. На цих комплексах відбувається програмне управління обкаткою по двох-п'яти незалежних параметрах, випробування ДВЗ на нестійких режимах, контроль і обробка на ЕОМ параметрів двигунів при обкатці з висновком результатів на друк. Всі обкатувально-випробувальні стенди оснащені, як правило, дворівневою системою управління, причому кожен стенд забезпечений мікро-ЕОМ, що управляє роботою ДВЗ і стенду. Крім того, мікро-ЕОМ, або мікропроцесори, забезпечують захист ДВЗ і стенду від аварійних режимів роботи, збір, обробку і протоколювання результатів вимірювань, а також видають необхідні дані в управляючу обчислювальну машину.

Окрім пристроїв програмного управління представляють інтерес експериментальні зразки пристроїв управління часом обкатки залежно від швидкості зміни технічних параметрів і пристрою управління режимами обкатки залежно від значення цих параметрів. Дані пристрої за певних умов можуть забезпечити оптимальне припрацювання поверхонь деталей, що труться у ДВЗ, причому час обкатки визначається індивідуально для кожного двигуна.

Припрацювання поверхонь деталей, що контактують, супроводжується посиленням тертя і зносом. У міру припрацювання деталей тертя і знос знижуються, а після закінчення припрацювання – стабілізуються. Зміна тертя і зносу в часі супроводжується відповідною зміною температур поверхонь деталей, що труться. Показниками якості прироблення можуть також служити зміни витоку повітря, що вводиться всередину циліндра на стадії холодної обробки, питомої витрати палива і кількості газів, що прориваються в картер двигуна на стадії гарячої обробки під навантаженням. Характер зміни цих показників дозволяє оцінити якість припрацювання поверхонь деталей, що труться, при обкатці.

Питання для самоконтролю

1. Що забезпечує обкатування двигунів внутрішнього згоряння?
2. Які види обкатування двигунів внутрішнього згоряння застосовують на мотороремонтних підприємствах?
3. Якими датчиками обладнаний обкатувальний стенд з АВК?
4. Як здійснюється автоматичне керування обкатувальним стендом з АВК?
5. Поясніть роботу принципової електричної схеми керування обкатувальним стендом з АВК?

ТЕСТИ

1. Яка характеристика холодного обкатування двигунів внутрішнього згоряння?

А. При холодному обкатуванні непрацюючий ДВЗ прокручують від електродвигуна на малих оборотах: починаючи приблизно з 500 і закінчуючи при 1000...1400 хв⁻¹.

В. При холодному обкатуванні непрацюючий ДВЗ.

С. При холодному обкатуванні непрацюючий ДВЗ навантажують поступово, починаючи з 1600...1800 хв⁻¹ і закінчуючи при 1700...2200 хв⁻¹.

2. Яка характеристика гарячого холостого обкатування двигунів внутрішнього згоряння?

А. При гарячому холостому обкатуванню ДВЗ навантажують поступово, починаючи з 1600...1800 хв⁻¹ і закінчуючи при 1700...2200 хв⁻¹.

В. При гарячому холостому обкатуванню ДВЗ прокручують від електродвигуна на малих оборотах: починаючи приблизно з 500 і закінчуючи при 1000...1400 хв⁻¹.

С. При гарячому холостому обкатуванню ДВЗ працює на холостому ході і починається з закінчення холодної, коли ДВЗ надійно запускається, і закінчується при 1400...1800 хв⁻¹.

3. Яка характеристика гарячого холостого обкатування двигунів внутрішнього згоряння?

А. При гарячому обкатуванні під навантаженням ДВЗ прокручують від електродвигуна на малих оборотах: починаючи приблизно з 500 і закінчуючи при 1000...1400 хв⁻¹.

В. При гарячому обкатуванні під навантаженням ДВЗ працює як первинний двигун, що обертає гальмо чи той же електродвигун і навантажують поступово, починаючи з 1600...1800 хв⁻¹ і закінчуючи при 1700...2200 хв⁻¹.

С. При гарячому обкатуванні під навантаженням ДВЗ працює на холостому ходу і починається з закінчення холодної, коли ДВЗ надійно запускається, і закінчується при 1400...1800 хв⁻¹.

4. Якими задатчиками обладнаний обкатувальний стенд з АВК?

А. Задатчиками програми обкатування.

В. Задатчиками програми обкатування і обертового моменту.

С. Задатчиками обертового моменту.

5. Як здійснюється автоматичний перехід з одного на наступний режим в обкатувальних стендах з АВК?

А. Перехід з одного режиму на наступний відбувається автоматично від датчика швидкості зміни температури масла.

В. Перехід з одного режиму на наступний відбувається автоматично.

С. Перехід з одного режиму на наступний відбувається автоматично від датчика температури.

9. СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ І АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ

9.1. ЦЕНТРАЛІЗОВАНІ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ

Централізований контроль – це автоматичний контроль параметрів процесу з представленням результатів контролю в спеціальному (центральному) пристрої, звичайно встановленому в диспетчера.

Централізований контроль призначений для:

- виявлення відхилень контрольованих параметрів від заданих значень з світловою і звуковою сигналізацією і цифровою реєстрацією цих відхилень;
- виміру контрольованого параметра за запитом оператора і представлення результатів виміру на показнику (стрілочному чи цифровому);
- обчислення техніко-економічних показників, що характеризують виробничий процес, з реєстрацією результатів обчислення в нагромаджувачах інформації чи видачею їх у керуючу машину.

За результатами централізованого контролю людина-оператор приймає рішення про цілеспрямоване коректування ходу виробничого процесу.

Рішення обслуговуючого персоналу чи оператора виконуються за допомогою пристроїв централізованого керування чи автоматично з використанням керуючих машин.

Оскільки технологічні процеси сільськогосподарського виробництва складні і різноманітні, алгоритми керування ще не сформульовані, а самі процеси протікають повільно і розосереджені по великих територіях, то зв'язок між системами централізованого контролю і пристроями централізованого керування в основному здійснюється через оператора-диспетчера.

В міру розвитку технології і техніки керування на централізований контроль будуть усе ширше передаватися функції формування сигналів для керуючої машини, тобто централізований контроль буде переростати в автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП).

У комплекс технічних засобів **АСУ ТП входять** інформаційно-обчислювальні пристрої, призначені для збору, обробки і видачі господарсько-економічної інформації, а також канали зв'язку із системою обчислювальних центрів.

Системи централізованого контролю (СЦК) і АСУ ТП у першу чергу знаходять застосування в промисловому тваринництві і птахівництві.

На фермах промислового типу спостерігається перехід від автоматизації окремих установок до комплексної автоматизації поточкових ліній і цехів. Комплексна автоматизація разом з АСУ ТП дозволяє оптимізувати роботу тваринницьких ферм і підвищувати ефективність і продуктивність виробництва. Це досягається завдяки більш точному нормуванню і роздачі корму тваринам, своєчасному видаленню гною і створенню оптимального мікроклімату, обліку продукції й оперативної інформації.

Оперативна інформація про технологічні процеси дозволяє приймати необхідні рішення по безлічі питань і задач, а також оперативно керувати виробництвом продукції.

Оперативне керування – це щоденний контроль за діяльністю виробництва і забезпечення взаємоузгодження і ритмічності, безперервності й оптимальності роботи всіх ланок прогресивної технології виробництва продукції.

Загальна характерна риса побудови **системи централізованого контролю (СЦК)** – багаторазове використання тих самих вузлів для обробки однорідних контрольованих сигналів.

У типовій функціональній схемі системи оперативного централізованого контролю і сигналізації, параметри технологічного процесу вимірюються первинними перетворювачами у формі електричних сигналів подаються через перемикач у вузол нормування. У цьому вузлі сигнали перетворюються у визначену форму, зручну для їхнього порівняння з заданим значенням у блоці виявлення відхилення і для видачі на цифровий перетворювач. З цифрового перетворювача інформація передається на обробку в обчислювальний пристрій, а головні підсумкові результати зображуються на цифровому індикаторі. Обчислювальний пристрій одночасно є оперативною пам'яттю і видає інформацію по вимозі програмного пристрою.

Оскільки всі **параметри, що характеризують виробничий процес**, важко відобразити на цифрових індикаторах, то всі контрольовані параметри **розділяють на чотири групи:**

- постійно відображаються в операторі;
- відображаються через визначені інтервали часу;
- відображаються по виклику оператора;
- відображаються при виникненні граничних відхилень параметрів від заданих.

Всі основні засоби відображення інформації розташовують на приладових щитах і пультах у виді мнемосхем, приладах, що показують і реєструють, та світлових і звукових сигналізаторах. Їх розташовують у порядку, зручному оператору для сприйняття інформації.

Таким чином, **СЦК виконують наступні функції:**

- реєструють головні параметри технологічного процесу;
- сигналізують про аварійні зміни (відхилення) параметрів;
- безупинно з заданою періодичністю вимірюють ряд параметрів і перевіряють їхню відповідність заданим значенням;
- вимірюють другорядні параметри по виклику оператора.

Сучасні СЦК забезпечують також оперативний зв'язок між центральним пунктом керування і технологічних установок, дозволяють оператору-диспетчеру дистанційно змінювати завдання локальним системам керування.

Перед створенням СЦК і САУ ТП у першу чергу повинна бути виявлена техніко-економічна доцільність їхнього використання.

Для спостереження за поведінкою тварин і птахів на фермах промислового типу і птахофабриках доцільно використовувати **телебачення**. Для цієї мети можуть бути використані серійні установки промислового телебачення. Це дозволить скоротити відвідування ферм обслуговуючим персоналом, виключити відвідування ферм сторонніми, що зменшить можливість переносу інфекційних захворювань і виникнення стресових ситуацій.

SCADA-система (Supervisory Control And Data Acquisition у перекладі: “Система диспетчерського керування та збору даних”) призначена для моделювання мережі, що складається з одного або декількох адаптерів і підключених до них приладів, а також схеми технологічного процесу на моніторі ПК; ведення постійного контролю роботи приладів; реєстрація на ПК через задані проміжки часу даних з вибраних користувачем каналів приладів; відображення поточних даних приладів у цифровому або графічному вигляді на екрані ПК; повідомлення про вихід контрольованих величин за задані межі; можливість проглядання архіву вимірювань за будь-який проміжок часу в табличному і графічному вигляді .

SCADA-система використовується для створення схеми технологічних процесів на моніторі ПК і збереження цієї схеми на диску для подальшого використання. Процес збору даних передбачає опитування всіх приладів з періодичністю, що окремо задається для кожного приладу, відображення результатів цього

опитування, а також збереження вказаних користувачем значень у файли протоколу.

При запуску система тестує робочий комп'ютер і автоматично визначає вільні СОМ-порти, до яких через адаптер інтерфейсу можуть бути підключені приладів. Інформація про СОМ-порти виводиться на екран ПК в головному вікні програми.

Питання для самоконтролю

1. Що є централізованим контролем?
2. Для чого призначений централізований контроль?
3. Чому зв'язок між системами централізованого контролю і пристроями централізованого керування в основному здійснюється через оператора-диспетчера?
4. Що входить в комплекс технічних засобів АСУ ТП?
5. За рахунок чого підвищується ефективність і продуктивність виробництва на тваринницьких фермах?
6. З яких пристроїв складається система оперативного централізованого контролю і сигналізації?
7. На які групи розділяються параметри, що характеризують виробничий процес?
8. Які функції виконують СЦК?
9. Для чого використовується SCADA-система?

ТЕСТИ

1. Які рішення приймає людина-оператор за результатами централізованого контролю?

А. Людина-оператор приймає рішення про змінювання ходу виробничого процесу.

В. Людина-оператор приймає рішення про цілеспрямоване коректування ходу виробничого процесу.

С. Людина-оператор приймає рішення про змінювання технологічного процесу.

2. За допомогою чого виконуються рішення обслуговуючого персоналу та оператора?

А. Пристроїв централізованого керування чи автоматично з використанням керуючих машин.

-
-
- В. Пристроїв централізованого керування.
С. Виконуються автоматично з використанням керуючих машин.

3. Який перехід спостерігається на фермах промислового типу?

- А. Перехід від механізації окремих установок до комплексної автоматизації поточкових ліній.
В. Перехід від механізації окремих установок до комплексної автоматизації цехів.
С. Перехід від автоматизації окремих установок до комплексної автоматизації поточкових ліній і цехів

4. Що дає комплексна автоматизація разом з АСУ ТП?

- А. Оптимізує роботу і підвищує продуктивність виробництва
В. Оптимізує роботу тваринницьких ферм і підвищує ефективність виробництва.
С. Оптимізує роботу тваринницьких ферм і підвищує ефективність та продуктивність виробництва

5. Що дозволяє оперативна інформація про технологічні процеси?

- А. Приймати необхідні рішення по безліч питань і задач.
В. Приймати необхідні рішення по безліч питань і задач, а також оперативно керувати виробництвом продукції.
С. Приймати необхідні рішення, а також оперативно керувати виробництвом продукції.

6. Що є оперативним керуванням?

- А. Щоденний контроль за діяльністю виробництва та забезпечення взаємоузгодження і ритмічності, безперервності й оптимальності роботи всіх ланок прогресивної технології виробництва продукції.
В. Щоденний контроль за діяльністю виробництва й оптимальності роботи всіх ланок прогресивної технології виробництва продукції.
С. Щоденний контроль за діяльністю виробництва.

7. На які групи розділяються параметри, що характеризують виробничий процес?

- A. Постійно відображаються в оператора.
- B. Що відображаються через визначені інтервали часу.
- C. Постійно відображаються в оператора, і ті що відображаються через визначені інтервали часу.

8. Де розташовують основні засоби відображення інформації?

- A. На приладових щитах і пультах у виді мнемосхем, що показують і реєструють прилади, світлові і звукові сигналізатори.
- B. На приладових щитах, що показують і реєструють прилади, світлові і звукові сигналізатори.
- C. На приладових пультах у виді мнемосхем, що показують світлові і звукові сигналізатори.

9.2. РОЗПОДІЛЕНІ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ

В процесі збільшення системи керування один або кілька комп'ютерів роблять більш потужнішими, їм надаються додаткові права, створюється система з виділеним сервером. Проблема визначення рангів тісно пов'язана з вибором способу організації оброблення інформації. За цією ознакою **системи поділяються на централізовані і розподілені** із серверами. У розподіленій системі всі вузли виконують функції, причому кожний окремий вузол може використовувати ресурси інших вузлів і надавати у спільне використання свої ресурси. Такий підхід забезпечує оптимальність використання ресурсів, стійкість системи до відказів (вихід із ладу одного вузла не призводить до фатальних наслідків – його легко можна замінити), але при цьому постають проблеми забезпечення розподілу ресурсів безпеки і прозорості. Централізовані системи складаються з особливо надійного і потужного центрального вузла та неінтелектуальних терміналів. На центральному вузлі здійснюється обробка даних, виконуються функції керування системою, установлюється зв'язок з іншими системами.

Система в якій клієнт і сервер працюють спільно і розподіляють завантаження (звідси і термін “розподілена система”), така система може забезпечити більшу продуктивність порівняно з сервер-

ною. До того ж вона працює не повністю, а з невеликим набором даних, що забезпечує паралельність роботи користувачів і мінімальний системний трафік. Перевагами таких систем є також гнучкість, адаптованість, до вимог додатків, оптимальне використання ресурсів, нарізкуваність.

Для розподіленої системи вибір адаптера інтерфейсу залежить від типу інтерфейсу приладів, що підключаються. До одного СОМ-порту можливо підключити тільки один адаптер інтерфейсу.

При необхідності збільшення кількості каналів, що відображаються, на ПК необхідно встановити додаткові СОМ-порти. Максимальна кількість СОМ-портів визначається характеристиками ПК.

Інтерфейс – це стандартизоване середовище або спосіб обміну інформацією між двома або більш одиницями обладнання: приладами, контролерами, персональним комп'ютером та ін.

Інтерфейси інформаційного обміну між приладами, що використовуються в промисловості, можуть бути двох типів:

- які з'єднують два прилади між собою;
- мультиприладний, що дозволяє підключати більше двох приладів на одну лінію передачі даних.

Основна характеристика інтерфейсу – **пропускна спроможність**, яка показує, скільки біт інформації передається по інтерфейсу за 1 секунду і вимірюється в bit per second (bps, Mbps), або біт в секунду (бит/с, Мбит/с). Необхідно враховувати, що ця пропускна спроможність включає “накладні витрати”, пов'язані із способом передачі даних. Для різних інтерфейсів і протоколів частка корисної інформації, переданої в секунду, може бути від 30 % до 90 % від загальної пропускної спроможності.

Протокол – це стандартизований набір правил передачі інформації по якому-небудь інтерфейсу.

Для складних протоколів прийнята практика розділення їх на декілька рівнів (шарів). При цьому кожен рівень реалізується окремо і додатково стандартизується обмін між рівнями. Це також дозволяє замінювати якісь рівнів (наприклад для адаптації до різних інтерфейсів), залишаючи незмінними інші.

Сумісність приладів – це їх здатність здійснювати інформаційний обмін між собою. Кожний з приладів, що беруть участь у інформаційному обміні, повинен мати певний інтерфейс і розуміти певний протокол. І навіть в цьому випадку не гарантується можливість обміну, оскільки один прилад може виявитися нездатним передавати ту інформацію, яку вимагається одержувати іншому. Але що робити,

якщо прилади готові до передачі потрібної інформації, але мають різні інтерфейси або розуміють різні протоколи? В цьому випадку потрібне застосування перетворювачів інтерфейсів або шлюзів.

Перетворювач інтерфейсів – це пристрій, що має два або більше різних інтерфейсів, які ретранслюють інформацію з одного інтерфейсу в інший (інші). При цьому передача інформації здійснюється без її перетворення. Тому до перетворювача інтерфейсів має сенс підключати тільки ті пристрої, які здатні працювати по одному протоколу.

Шлюз (або міст) – це інтелектуальний пристрій, здатний до перетворення даних з одного протоколу в інший. При цьому шлюз може виступати також і як перетворювач інтерфейсів. Шлюз, на відміну від перетворювача інтерфейсу, вимагає додаткової настройки, оскільки йому вимагається вказати, які дані по яких протоколах треба приймати і передавати.

При проектуванні промислових систем автоматизації найбільше поширення набули інформаційні мережі, засновані на інтерфейсі стандарту EIA RS-485. Це високошвидкісний і перешкодостійкий послідовний інтерфейс, який дозволяє створювати мережі шляхом паралельного підключення багатьох пристроїв до однієї фізичної лінії.

У звичному персональному комп'ютері (не промислового виконання) цей інтерфейс відсутній, тому для підключення до ПК промислової мережі RS-485 необхідний спеціальний адаптер – перетворювач інтерфейсу RS-485/RS-232 або RS-485/USB.

По інтерфейсу RS-485 дані передаються за допомогою “симетричного” (диференціального) сигналу по двох лініях (А і В).

Максимальна довжина лінії зв'язку між крайніми пристроями може складати до 1200 м (і більш з використанням повторювачів). При довжині лінії зв'язку більше 100 м в максимально віддалених один від одного точках мережі рекомендується встановлювати крайові резистори, що погоджуються, номіналом від 100 до 250 Ом, які дозволяють компенсувати хвильовий опір кабелю і мінімізувати амплітуду відображеного сигналу. Кількості приладів в мережі не повинне перевищувати 32 (без використання повторювачів).

Вживані в приладах протоколи використовують технологію; ведучий (master) – підлеглий або відомий (slave), при якій тільки один пристрій (ведучий) може ініціювати передачу, тобто зробити запит. Інші пристрої (підлегли) передають тому, що веде запрошувані дані або виробляють запрошувані дії. Майстром мережі може бути ПК,

програмований контролер або прилад, який здатний виконувати цю функцію.

Більшість приладів підтримує протоколи Modbus і DCON.

Протокол Modbus (ASCII, RTU). Modbus – стандартний відкритий протокол, який широко застосовується для організації зв'язку промислового електронного устаткування. Розроблений компанією Modicon, зараз підтримується незалежною організацією Modbus-IDA (www.modbus.org). Використовує для передачі даних послідовні лінії зв'язку RS-485, RS-422, RS-232, а також мережі TCP/IP.

Можливі два режими передачі: ASCII і RTU, які відрізняються способом упаковки повідомлень.

Протокол Modbus найбільш зручний для обміну оперативними даними.

Протокол DCON. DCON – відкритий протокол обміну по мережі RS-485, достатньо простий в реалізації. Розроблений компанією Advantech, застосовується для обміну даними з модулями введення/виводу ADAM, модулями компанії ICP DAS і деякими іншими.

Протокол DCON підходить для організації обміну декількома оперативними параметрами, але при великому об'ємі різних даних незручний через відсутність стандартизації.

Інтерфейс USB. Стандарт USB розроблений як альтернатива “повільнішим” комп'ютерним стандартам RS-232 і LPT. В даний час пристрої з інтерфейсом USB 2.0 дозволяють передавати дані з швидкістю до 480 Мбіт/с.

Інтерфейс USB, як і RS-485, є симетричним і дозволяє передавати дані по двох проводах (D+ і D-), при цьому логічні рівні аналогічні відповідним рівням стандарту RS-485. Інтерфейс USB має лінії живлення Vcc і GND для живлення підключеного пристрою (за умови, що споживаний їм струм не перевищує 500 мА).

Після установки драйвера операційна система розпізнає пристрій, що підключається, як COM-порт і використовує стандартний асинхронний режим передачі даних, вживаний для роботи з апаратним COM-портом.

Універсальним пристроєм мікропроцесорної техніки, призначеним для управління різними установками і обладнанням, служить **мікроконтролер**, що є аналогом спеціалізованого комп'ютера з розвинутим інтерфейсом введення/виводу електричних сигналів. Конструктивно мікроконтролер виконаний з урахуванням забезпечення надійної роботи в складних виробничих умовах (вологість, пил, загазованість,

вібрації, електромагнітні перешкоди і ін.). Пристрій введення/виводу мікроконтролера має розвинений інтерфейс введення (входи електричних сигналів), що дозволяє просто вводити інформацію з різних датчиків, кнопок, контактів, реле та ін. До того ж за допомогою мікроконтролера легко включати/відключати різні виконавчі механізми: реле, пускачі, клапани, заслінки, електродвигуни, електронагрівачі тощо. Мікроконтролери працюють у реальному часі, тобто прийом і передача управляючих сигналів відбуваються з швидкістю реального ОУ.

Таким чином, мікроконтролер є універсальним пристроєм управління, який одержує інформацію про стан ОУ (у вигляді електричних сигналів від різних датчиків) і на основі спеціальної (прикладної) програми формує електричні сигнали, які за допомогою виконавчих механізмів цілеспрямовано впливають на ОУ.

Основні причини широкого впровадження мікропроцесорів:

- можливість програмування послідовності і різноманіття виконуваних функцій, тобто здатність до роботи за заданою програмою (це основна відмінність мікропроцесора від класичних елементів напівпровідникової “жорсткої” логіки);
- використання в мікропроцесорних системах цифрового способу представлення інформації, дозволяючого істотно (в порівнянні з аналоговим способом) підвищити перешкодостійкість створюваних на їх базі пристроїв, а також забезпечити простоту передачі, перетворення інформації і довготривале її зберігання;
- застосування програмного способу обробки інформації, дозволяючого створювати уніфіковані технічні засоби, відмінні практично лише вмістом пристрою, що запам’ятовує, і специфічними пристроями введення/виводу інформації;
- компактність, висока надійність і низька споживана потужність мікропроцесорних засобів, забезпечуючи можливість розташування управляючих (контролюючих) пристроїв, створених на їх основі, в безпосередній близькості від керованого устаткування;
- низька вартість мікропроцесорних засобів і високий ступінь їх ефективності.

Перераховані переваги мікропроцесорної техніки зумовили її широке застосування в побутових установках і фермерському устаткуванні.

Програмований логічний контролер (ПЛК) – це закінчений виріб, що має фізичні входи, виходи, інтерфейси і людино-машинний інтерфейс.

Відмінність ПЛК від контрольно-вимірювальних приладів полягає у відсутності жорстко прописаного алгоритму роботи. За рахунок цього на ПЛК можна реалізовувати практично будь-які алгоритми управління, але сам алгоритм управління повинен створити безпосередньо користувач контролера. Для створення алгоритму, його тестування і запису в контролер використовується середовище програмування.

Для програмування контролерів ПЛК використовується середовище програмування CoDeSys v.2.3.

Середовище CoDeSys розроблене німецькою компанією 3S-Software для програмування контролерів різних виробників. Так, за допомогою цього ж середовища програмуються контролери Wago, Beckhoff, ABB.

CoDeSys включає наступні основні компоненти:

- система виконання;
- середовище програмування.

Середовище програмування – це графічна оболонка, що встановлюється на ПК. Служить для створення проекту, його відладки, і перекладу в машинну мову (компіляція). Середовище програмування включає:

- редактор, компілятор і відладчик МЕК-проектів;
- підтримку всіх 5 мов програмування МЕК;
- засоби побудови і конфігурації периферійних модулів введення/виводу ПЛК (PLC Configuration);
- засоби створення візуалізації;
- засоби комунікацій (мережеві змінні, OPC-сервер, DDE-сервер).

Target-файли (набір файлів цільової платформи) необхідні для того, щоб вказати середовищу програмування, для якого типу контролера пишеться проект. Target-файли містять в собі **системну** інформацію про той, що підключається ПЛК:

- наявність і тип фізичних входів і виходів контролера;
- опис ресурсів контролера;
- розташування даних в МЕК-пам'яті.

Дана інформація використовується середовищем програмування CoDeSys при створенні проекту і завантаженні його в ПЛК. Кожна модель ПЛК має відповідний набір Target-файлів. Перед створенням проекту необхідно встановити Target-файл, відповідний типу контролера і прошивці.

Для інсталяції Target-файлів в середовище програмування CoDeSys використовується програма InstallTarget, яка встановлюється на ПК разом із середовищем програмування CoDeSys.

Програми, написані для виконання на ПК і ПЛК, розрізняються. Виконання програми в ПЛК відбувається циклічно. Це означає, що протягом заданого інтервалу часу (часу циклу ПЛК) система виконання:

- прочитує значення з області входів;
- викликає і один раз виконує необхідну програму (PLC_PRG за умовчанням);
- пройшовши алгоритм від початку і до кінця, записує результати його роботи в пам'ять виходів.

Потім ці операції повторюються знову.

Час циклу ПЛК залежить від об'єму і складності програми ПЛК. Для простої програми час циклу ПЛК складає 1 мс, для складніших програм він може збільшитися. Реальну тривалість циклу можна взнати, підключивши модуль Statistic у вікні PLC Configuration.

Час опитування датчиків або підключених мережевих пристроїв, а також час зміни стану виходів не зв'язані напряму з часом циклу ПЛК. Робота з інтерфейсами, входами і виходами і виконання циклу ПЛК здійснюється паралельно.

Пам'ять входів-виходів (МЕК-пам'ять) призначена для зберігання даних, що надходять з фізичних (мережевих) входів або передаються на фізичні (мережеві) виходи контролера.

На початку кожного циклу своєї роботи ПЛК прочитує значення з пам'яті входів (позначається %I) і використовує відповідно до призначеного для користувача алгоритму. В кінці циклу набуті (обчислені) значення записуються в пам'ять виходів (позначається %Q).

Запис значень, одержаних з фізичних входів в область входів, і передача значень з області виходів на фізичні виходи здійснюється паралельно виконанню циклу ПЛК за допомогою спеціальних внутрішніх драйверів.

Залежно від типу ліцензії ПЛК, розмір цієї області пам'яті може бути обмежений 360 байтами або не обмежений.

Питання для самоконтролю

1. Що виконують вузли в розподіленій системі ?
2. Які переваги розподіленої системи?
3. Які інтерфейси інформаційного обміну між приладами використовуються в промисловості?
4. Дайте основну характеристику інтерфейсу?
5. Дайте характеристику протоколів Modbus, DCON, інтерфейсу USB?
6. Що містить в собі середовище програмування?
7. Як здійснюється виконання програми в ПЛК?

ТЕСТИ

1. Інтерфейс – це ...

А. стандартизоване середовище або спосіб обміну інформацією між двома або більш одиницями обладнання: приладами, контролерами, персональним комп'ютером та ін.

В. стандартизоване середовище

С. спосіб обміну інформацією між двома або більш одиницями обладнання: приладами, контролерами, персональним комп'ютером тощо

2. Протокол – це ...

А. стандартизований набір правил передачі інформації по якому-небудь інтерфейсу.

В. стандартизований набір правил передачі інформації

С. передача інформації по якому-небудь інтерфейсу.

3. Сумісність приладів – це...

А. їх здатність здійснювати інформаційний обмін між собою.

В. передача інформації по якому-небудь інтерфейсу.

С. стандартизоване середовище

4. Програмований логічний контролер (ПЛК) – це ...

А. закінчений пристрій, що має фізичні входи, виходи, інтерфейси і людино-машинний інтерфейс.

В. закінчений пристрій, що має фізичні входи, виходи

С. закінчений пристрій, що має інтерфейси і людино-машинний інтерфейс.

9.3. АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

9.3.1. Автоматизовані системи керування технологічними процесами

АСУ ТП відрізняються від СЦК більш широким набором функцій керування. Крім централізованого контролю, **АСУ ТП додатково виконує наступні функції:**

- розраховує і реєструє поточні і підсумкові технологічні й економічні показники;
- визначає оптимальні параметри технологічного режиму;
- формує і реалізує сигнали керування, що забезпечують ведення оптимального режиму;
- коректує алгоритми функціонування при змінах умов у технологічному процесі.

Перераховані функції можуть бути виконані тільки при наявності ЕОМ. Отже, використання ЕОМ для керування технологічним процесом – одна з основних особливостей АСУ ТП.

ЕОМ може працювати в чотирьох режимах, а саме:

- збору й обробки даних;
- порадника оператора;
- супервізорного керування;
- безпосереднього керування.

У режимі збору й обробки інформаційні параметри технологічного процесу перетворюються у цифрову форму і вводяться в ЕОМ. Після обробки в ЕОМ інформація надходить на пристрої відображення технологічних параметрів. Статистична інформація і ряд технологічних показників фіксуються в пам'яті ЕОМ і виводяться на друк для оформлення документального звіту про технологічний процес.

Робота ЕОМ у режимі збору й обробки інформації використовується в тих випадках, коли через складність технологічного процесу функції з визначення і формування керуючих впливів повинен виконувати оператор.

У режимі порадника ЕОМ, крім збору й обробки інформації, виконує наступні функції:

- розраховує оптимальні параметри технологічного процесу,
- визначає значення установок локальних систем автоматичного керування і формує закон керуючих впливів.

Дані з ЕОМ надходять через засоби відображення інформації у формі рекомендацій оператору. Оператор на основі цих даних і власного досвіду керування приймає відповідні рішення про коректування ходу технологічного процесу.

ЕОМ у режимі порадника використовують у технологічних процесах, у яких необхідний обережний підхід до рішень, обчисленими формальними математичними методами. До таких процесів можна віднести складні біологічні режими у тваринництві і рільництві.

У режимі супервізорного керування АСУ ТП з ЕОМ є дворівневою ієрархічною системою. Нижній рівень, безпосередньо зв'язаний з технологічним процесом, утворюють локальні підсистеми керування з окремими технологічними параметрами.

На верхньому (другому) рівні керування використовується ЕОМ, основною функцією якої є визначення оптимального технологічного режиму й обчислення на його основі налаштувань локальних підсистем.

Супервізорний режим дозволяє здійснювати автоматичне керування технологічним процесом. За оператором залишаються функції спостерігача за процесом і в разі потреби коректування мети керування.

У режимі безпосереднього керування ЕОМ розраховує керуючі впливи і передає їх безпосередньо на виконавчі органи. У таких АСУ ТП локальні САУ підсистеми не вимагаються. За оператором залишаються ті ж функції, що і при супервізорному керуванні.

При керуванні складними технологічними об'єктами, наприклад, великими птахівницькими фабриками, рекомендується використовувати багаторівневі АСУ ТП.

Вони складаються з окремих підсистем, між якими встановлені відносини супідрядності. Кожна підсистема має ЕОМ, що працює в одному з описаних вище режимів. Для таких АСУ ТП характерно, що в міру просування від нижніх рівнів до верхніх інформація про стан технологічного об'єкта узагальнюється, а керуючі впливи формуються для більш великих частин технологічного процесу.

9.3.2. Централізований контроль та управління в сільськогосподарському виробництві

Застосування централізованого принципу контролю і керування з центрального пункту дозволяє істотно підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва:

- скоротити обсяги обслуговування численних роз'єднаних установок за рахунок прискорення пошуку місць ушкодження і вживання необхідних заходів щодо їх усунення,
- підвищити надійність роботи устаткування,
- вести більш точний облік витрати кормів, трудових витрат і отриманої продукції,
- забезпечити прискорене виконання обчислювальних операцій і безпосередній зв'язок з адміністративно-управлінським апаратом і системою збору й обробки інформації.

Однією з форм систем централізованого контролю є диспетчерська служба, що за штатом обов'язкова у всіх комплексах.

Диспетчерська служба – це централізована форма оперативного керування в організації взаємодії всього персоналу господарства з метою своєчасного й економічного забезпечення виробництва продукції.

Диспетчерська служба виконує наступні **основні функції**:

- погоджує за допомогою засобів зв'язку взаємодію між персоналом, що знаходиться в різних місцях;
- здійснює постійний контроль за допомогою засобів сигналізації за ходом виконання технологічних процесів;
- виконує з пульта диспетчера дистанційне керування технологічними процесами;
- одержує зведення про неполадки і перерви в роботі установок про гранично припустимі відхилення і виникнення аварійних ситуацій,
- приймає рішення щодо усунення перерахованих порушень.

Для одержання і переробки інформації диспетчерський пункт і об'єкти керування обладнують **системами** сигналізації, телефонними станціями, гучномовним зв'язком, радіостанціями, телевізійними установками, пристроями оргтехніки і засобами відображення інформації.

Завдяки введенню в господарствах диспетчерської служби вимушені простої сільськогосподарських машин і установок скоротилися на 25%, втрати продукції – на 7...15%.

Централізоване керування разом з диспетчерськими засобами зв'язку, обчислювальною технікою і пристроями відображення

інформації утворює автоматизовану систему керування виробництвом (АСУП).

За наявності технічних засобів зв'язку, інформаційно-обчислювальних центрів для обробки інформації і каналів оперативного керування на вищому (четвертому) ступені утвориться так звана галузева автоматизована система керування виробництвом (ГАСУП).

Впровадження АСУП, а потім ГАСУП підвищує якість керування виробничо-господарською діяльністю. За визначенням і призначенням АСУП є людино-машинною системою, призначеною для рішення організаційно-економічних задач з метою одержання максимуму продукції при мінімумі матеріально-технічних і трудових витрат.

АСУП, будучи новим кроком у теорії і практиці керування, вимагає використання і розробки нових принципів і методів керування, моделювання, математичного забезпечення і технічного оснащення.

Основна відмінність АСУП від АСУ ТП і САУ – необхідність обліку присутності людського фактора в системі. Використовуючи АСУП, необхідно вирішувати питання спілкування людини з ЕОМ, розробки методів оперативного керування виробництвом у діалоговому режимі ЕОМ, готовності управлінського апарата до використання нової технічної бази обробки даних і вироблених машиною рішень.

АСУП і ГАСУП сільськогосподарського призначення перебувають у стадії розробки і дослідного впровадження у виробництво.

Питання для самоконтролю

1. Які функції виконує АСУ ТП?
2. В яких режимах може працювати ЕОМ в АСУ ТП?
3. Як працює ЕОМ в режимі порадирика оператора?
4. Як працює ЕОМ в режимі супервізорного керування?
5. Що дає застосування централізованого контролю і керування з центрального пункту?
6. Які функції виконує диспетчерська служба?
7. Якими пристроями обладнують диспетчерські пункти і об'єкти керування?
8. Яка необхідність обліку присутності людського фактора в системі АСУП?

ТЕСТИ

1. Як працює ЕОМ в режимі збору й обробки даних?

А. Інформаційні параметри технологічного процесу перетворюються в цифрову форму і вводяться в ЕОМ для обробки та надходять на пристрої відображення технологічних параметрів.

В. Здійснює автоматичне керування технологічним процесом, оператор виконує функції спостерігача за процесом і за потребою коректує мету керування.

С. ЕОМ розраховує керуючі впливи і передає їх безпосередньо на виконавчі органи.

2. Як працює ЕОМ в режимі безпосереднього керування?

А. Здійснює автоматичне керування технологічним процесом, оператор виконує функції спостерігача за процесом і за потреби коректує мету керування..

В. ЕОМ розраховує керуючі впливи і передає їх безпосередньо на виконавчі органи.

С. ЕОМ збирає й обробляє інформацію, розраховує оптимальні параметри технологічного процесу

3. Що таке диспетчерська служба?

А. Це централізована форма оперативного керування господарства з метою своєчасного й економічного забезпечення виробництва продукції.

В. Це централізована форма своєчасного й економічного забезпечення виробництва продукції.

С. Це централізована форма оперативного керування в організації взаємодії всього персоналу господарства з метою своєчасного й економічного забезпечення виробництва продукції.

4. Як утворюється автоматизована система керування виробництвом (АСУП)?

А. З централізованого керування разом з обчислювальною технікою і пристроями відображення інформації.

В. З централізованого керування разом з диспетчерськими засобами зв'язку, обчислювальною технікою і пристроями відображення інформації.

С. За наявності технічних засобів зв'язку, інформаційно-обчислювальних центрів для обробки інформації і каналів оперативного керування.

5. Як утворюється галузева автоматизована система керування виробництвом (ГАСУП)?

А. За наявності технічних засобів зв'язку, інформаційно-обчислювальних центрів для обробки інформації і каналів оперативного керування

В. З централізованого керування разом з обчислювальною технікою і пристроями відображення інформації

С. З централізованого керування разом з диспетчерськими засобами зв'язку, обчислювальною технікою і пристроями відображення інформації.

ЛІТЕРАТУРА

Бородин И.Ф. Недилько Н.М. Автоматизация технологических процессов. – М.: Агропромиздат, 1986.

Бородин И.Ф. Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов. – М.: Колос, 2004. – 344 с.

Белянчиков Н. Н. , Смирнов А. И. Механизация животноводства и кормоприготовления. – М.: Агропромиздат, 1990. – 432 с.

Гончар В.Ф., Тищенко Л.П. Електрообладнання і автоматизація с.-г. агрегатів і установок. – К.: Вища школа, 1989. – 343 с.

Гончар В.Ф. Електрообладнання і автоматизація с.-г. агрегатів і установок. – К.: Вища школа, 1985. – 208 с.

Жулай Є.Л. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній. – К., 2002.

Електрооборудование и автоматизация с.-х. агрегатов и установок /Под. ред. Кудрявцева И. Ф. – М. Агропромиздат, 1988. – 480 с.

Марченко А. С. Справочник по механизации и автоматизации в животноводстве и птицеводстве. – К., Урожай, 1990.

Мартиненко І.І. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. – К.: Урожай, 1995.

Радченко Г.Е. Автоматизация сельскохозяйственной техники: Учеб. пособие. – Мн.: УП “Технопринт”, 2005.

СВ АЛЬТЕРА “Электротехника & Автоматизация”. Каталог продукции 2009. г. Киев.

Средства автоматизации технологических процессов. Предприятие МИКРОЛ. Каталог продукции 2009. г. Ивано-Франковск, Украина.

Компания “ОВЕН”. Каталог продукции 2008/2009. г. Москва, РФ.

ПК “Промавтоматика”. Каталог продукции. 2009. г. Запорожье, Украина.

ЗМІСТ

Передмова	3
1. Основи автоматизації сільськогосподарського виробництва	6
1.2. Загальні відомості про автоматизацію виробничих процесів	6
1.1.1. Основні визначення автоматизації технологічних процесів	6
1.1.2. Основні джерела і показники техніко-економічної ефективності автоматизації технологічних процесів	12
1.2. Об'єкти автоматизації	14
1.2.1. Особливості автоматизації сільськогосподарського виробництва	14
1.2.2. Технічна база для автоматизації сільськогосподарського виробництва	17
1.2.3. Основні завдання автоматизації технологічних процесів	18
1.2.4. Класифікація процесів і об'єктів автоматизації сільськогосподарського виробництва	20
1.2.5. Загальні відомості про сільськогосподарські технологічні процеси	26
1.2.6. Технологічні вимоги при розробці систем автоматичного керування	27
1.2.7. Технологічні установки як об'єкти автоматизації	30
1.2.8. Вихідна інформація про технологічні процеси як об'єкти керування	33
1.3. Схеми систем автоматизації	36
1.3.1. Класифікація схем автоматизації	36
1.3.2. Класифікація електричних схем	36
1.3.3. Структурні та функціональні схеми	40
1.3.4. Принципові та монтажні схеми	57
1.4. Вибір елементів систем автоматизації	76
1.4.1. Вибір елементів систем автоматизації	76
1.4.2. Вибір щитів і пультів керування	79
1.4.3. Розміщення приладів і засобів автоматизації	82
1.5. Розробка та аналіз математичної моделі об'єкта керування	87
1.6. Вибір алгоритму управління об'єктом	94
1.7. Аналіз параметрів автоматичної системи керування	99
1.7.1. Стійкість системи та методики перевірки	99

1.7.2. Основні показники надійності автоматичної системи	100
2. Автоматизація технологічних процесів у тваринництві та птахівництві	107
2.1. Автоматизація установок водопостачання	107
2.1.1. Технологічні основи автоматизації водонасосних установок	107
2.1.2. Автоматизація безбаштових насосних установок	108
2.1.3. Автоматизація баштових водонасосних установок	112
2.1.4. Безконтактні станції керування насосними агрегатами	122
2.1.4. Автоматизація водонасосних установок з використанням мікроконтролерів	130
2.1.5. Автоматизація перекачування стічних вод	138
2.1.6. Автоматизація зрошувальних установок	141
2.2. Автоматизація мікроклімату в тваринницьких та птахівницьких приміщеннях	144
2.2.1. Технологічні основи регулювання мікроклімату у тваринництві і птахівництві	144
2.2.2. Автоматизація вентиляційних установок	147
2.2.3. Автоматизація тиристорних станцій керування вентиляційними установками	155
2.2.4. Автоматизація установок припливної вентиляції	161
2.2.5. Автоматизація мікроклімату комбінованими системами вентиляції	163
2.2.6. Автоматизація зволожувачів повітря	170
2.2.7. Автоматизація інкубаторів	173
2.2.8. Автоматизація іонізації повітря	182
2.2.9. Автоматизація мікроклімату з використанням програмних контролерів	184
2.3. Автоматизація годування та напування тварин і птахів	191
2.3.1. Автоматизація годування тварин і птахів	191
2.3.2. Автоматизація напування тварин і птахів	213
2.4. Автоматизація прибирання гною та посліду	220
2.4.1. Автоматизація установок для прибирання гною та посліду	220
2.4.2. Автоматизація потокових ліній для видалення гною та посліду	230
2.5. Автоматизація доїльних установок та машин первинної обробки молока	239

2.5.1. Автоматизація доїльних установок	239
2.5.2. Автоматизація первинної обробки молока	248
2.6. Автоматизація установок електричного освітлення та опромінення	259
2.6.1. Автоматизація установок електричного освітлення	259
2.6.2. Автоматизація установок ультрафіолетового опромінення	264
2.6.3. Автоматизація установок інфрачервоного опромінення	272
2.7. Автоматизація збирання яєць та забій птиці	281
2.7.1. Автоматизація збирання яєць	281
2.7.2. Автоматизація процесу забою птиці	286
3. АВТОМАТИЗАЦІЯ КОРМОВИРОБНИЦТВА	290
3.1. Автоматизація агрегатів для приготування трав'яного борошна	290
3.2. Автоматизація процесу гранулювання та брикетування кормів	296
3.2.1. Автоматизація гранулювання кормів	296
3.2.2. Автоматизація брикетування та пресування кормів	301
3.3. Автоматизація кормоприготування та змішування кормів ...	309
3.3.1. Автоматизація поточкових ліній приготування кормів	309
3.3.2. Автоматизація дозування кормів	314
3.3.3. Автоматизація установок для змішування кормів	317
3.4. Автоматизація кормоцехів	326
4. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РІЛЬНИЦТВІ	334
4.1. Автоматизація зерноочисних та сортувальних машин	334
4.2. Автоматизація зерносушарок	344
4.3. Автоматизація процесу активного вентилявання зерна	352
4.4. Автоматизація мобільних процесів сільськогосподарського виробництва	363
5. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ЗАХИЩЕНОМУ ҐРУНТІ	384
5.1. Автоматизація обігрівання парників та теплиць	384
5.1.1. Види споруд закритого ґрунту	384
5.1.2. Агротехнічні вимоги до автоматизації технологічних процесів у закритому ґрунті	385
5.1.3. Обсяг механізації й автоматизації технологічних процесів у теплицях	386

5.1.4. Автоматизація обігріву парників	388
5.2. Автоматичне керування мікрокліматом в ангарних теплицях	394
5.3. Автоматизація поливу та підживлення рослин	402
5.3.1. Автоматичне керування поливом	402
5.3.2. Автоматичне управління концентрацією розчину мінеральних добрив	406
5.3.3. Автоматичне управління підживленням вуглекислим газом і досвіченням рослин	407
5.4. Автоматизація установок для опромінення рослин в умовах захищеного ґрунту	411
5.5. Автоматизація мікроклімату в теплицях за допомогою програмних контролерів	415
6. Автоматизація сховищ сільськогосподарської продукції ..	423
6.1. Автоматизація овочесховищ	423
6.2. Автоматизація фруктосховищ	431
6.3. Автоматизація обліку, контролю і сортування сільськогосподарської продукції в сховищах	436
7. Автоматизація енергопостачання	446
7.1. Автоматизація електропостачання сільськогосподарських споживачів	446
7.2. Автоматизація теплогенераторів	450
7.3. Автоматизація електричних установок для підігріву води і повітря й одержання пари	456
7.3.1. Автоматизація котлоагрегатів	456
7.3.2. Автоматизація електричних установок для підігріву води	466
7.3.3. Автоматичне керування електродними водонагрівачами і паровими котлами	475
7.3.4. Автоматизація електрокалориферних установок	482
7.3.5. Автоматизація нагрівних установок з використанням регуляторів та програмних контролерів	486
7.4. Автоматизація холодильних установок	492
8. Автоматизація ремонту сільськогосподарської техніки	505
8.1. Автоматизація технологічних процесів миття, розбирання та збирання агрегатів	505
8.1.1. Технологічні основи діагностування сільськогосподарської техніки	505
8.1.2. Автоматизація технологічних процесів миття, розбирання і збирання агрегатів	513

8.2. Автоматизація процесів відновлення деталей	521
8.3. Автоматизація обкатування автотракторних двигунів	526
9. Системи централізованого контролю та автоматизованого керування	532
9.1. Централізовані системи контролю і керування	532
9.2. Розподілені системи централізованого контролю і керування	537
9.3. Автоматизовані системи керування технологічними процесами	545
9.3.1. Автоматизовані системи керування технологічними процесами	545
9.3.2. Централізований контроль та управління в сільськогосподарському виробництві	547
Література	551

Навчальне видання

**Олег Володимирович Барало
Петро Григорович Самойленко
Сергій Євгенович Гранат
Віктор Олександрович Ковальов**

***Автоматизація технологічних процесів
і системи автоматичного керування***

Навчальний посібник

Українською мовою

Відповідальний за випуск *М. Гач*
Радактори *Н. Цибенко, Г. Гач*
Комп'ютерна верстка *О. Давиденко*
Дизайнер *І. Понайда*

Підписано до друку 23.11.2010 р.

Умов. друк. арк. 23,2

Наклад 1000 прим. Зам. № 471

Редакційно-видавничий відділ
Наукметодцентру
Міністерства аграрної політики України
Технікумівська, 1, смт Немішаєве
Бородянського Київської
тел. 04577-41-2-69

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ДК № 2435