

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Електроенергетика
і автоматизація»

**ДИПЛОМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА»**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**Методика розробки та аналізу
схеми автоматизації функціональної**

для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»

Мелітополь, 2019

УДК 631.171:681.5

Дипломне проектування зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Методичні рекомендації. «Методика розробки та аналізу схеми автоматизації функціональної»/ В.Т. Діордієв, С.В. Чаусов, А. О. Кашкарьов. – Мелітополь, ТДАТУ, 2019. – 22 с.

Розробники: д.т.н. професор Діордієв В.Т.
к.т.н., доцент Чаусов С.В.
к.т.н., доцент Кашкарьов А.О.

Рецензент: д.т.н., професор Назаренко Ігор Петрович
Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуто на засіданні кафедри
«Електроенергетика і автоматизація»

Протокол № _ від «__» _____ 2019 р.

Затверджено методичною комісією енергетичного факультету ТДАТУ

Протокол № _____ від « » грудня 201 р.

© Діордієв В.Т.
Чаусов С.В.
Кашкарьов А. О.

ЗМІСТ

БЛАНК ЗАВДАННЯ.....	4
1 РОЗРОБКА СХЕМИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ	6
2 ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИКИ.....	13
3 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБ'ЄКТА.....	31
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	34

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Енергетичний

Кафедра: Електроенергетики і автоматизації

Ступінь вищої освіти: Бакалавр

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

"Електроенергетики і автоматизації"

д.т.н., проф. _____ В. Т. Діордієв

" _____ " _____ 201_ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

1. Тема проекту:

керівник проекту:

затверджені наказом ректора університету від __ грудня 201_ року № _____

2. Строк подання студентом проекту:

3. Вихідні дані до проекту: дані обстеження об'єкту, статистичні дані, технічне завдання на дипломне проектування, матеріали виробничих практик, нормативні документи, науково-технічна література, електронні ресурси та ін.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ.

1. Аналіз виробничо-господарської діяльності.

2. Технологія виробничих процесів.

3. Електрифікація виробничого об'єкту.

4. Розробка системи керування лінією _____

5. Охорона праці.

6. Техніко-економічні розрахунки.

Висновки.

Список літератури.

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

1. Харчовий цех. Лінія виробництва _____. Схема скомбінована загальна.
2. Харчовий цех. Технологічне та електросилове обладнання. Схема електрична розташування.
3. Освітлювальне обладнання. Схема електрична розташування.
4. Лінія виробництва _____. Схема автоматизації функціонал.
4. Лінія виробництва _____. Система керування. Схема електрична принципова.
5. Лінія виробництва _____. Шафа керування. Схема електрична з'єднання.
6. Лінія виробництва _____. Шафа керування. Схема електрична підмикання.
7. Захисний пристрій. Схема електрична принципова (питання охорони праці).
8. Показники техніко-економічні. Таблиця.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	П.І.Б., посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання ви- дав	завдання прийняв
5	Малюта С. І., к.т.н., доцент		
6	Плотніченко С. Р., к.е.н., доцент		

7. Дата видачі завдання: 31 січня 2018 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1. Аналіз виробничо-господарської діяльності.	01.03.2019 р.	
2. Технологія виробничих процесів.	05.03.2019 р.	
3. Електрифікація виробничого об'єкту.	15.03.2019 р.	
4. Розробка системи керування лінією виробництва гірчиці.	03.04.2019 р.	
5. Охорона праці.	10.05.2019 р.	
6. Техніко-економічні розрахунки.	15.05.2019 р.	
7. Підпис керівником проекту.	06.06.2019 р.	
8. Підпис завідувачем кафедри.	08.06.2019 р.	

Студент _____
(підпис)

Керівник проекту, _____
(підпис)

Кожен студент виконує дипломний проект за індивідуальним завданням. При виконанні ДП необхідно дотримуватися стандартів оформлення проектної документації.

1 РОЗРОБКА СХЕМИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Для зазначеного в індивідуальному завданні технологічного процесу (ТП) і реалізуючих його машин і устаткування, необхідно скласти технологічну схему і описати її роботу. При цьому слід відобразити відповідні агро- та зоотехнічні вимоги (наприклад: для ліній очищення зерна - число фракцій, що виділяються, обмеження введення інгредієнтів при виробництві кормосумішей, для об'єктів тваринництва - параметри мікроклімату і т. п.).

Функціональна схема автоматизації є основним технічним документом, що визначає структуру і функціональні зв'язки між ТП і засобами контролю і управління. Функціональну схему виконують у вигляді креслення, на котрому схематичні, умовними зображеннями показують технологічне устаткування, приводні силові установки і засоби автоматизації - вимірювальні перетворювачі і виконавчі пристрої. В основу умовних позначень приладів і засобів автоматизації покладені графічні та літерні позначення відповідно до ДСТУ Б А.2.4-16:2008 (табл. 1.1)

Таблиця 1.1 - Графічні умовні позначення приладів і засобів автоматизації

Найменування	Позначення
Первинний вимірювальний перетворювач (датчик); прилад, установлюваний по місцю: на технологічному трубопроводі, апараті, стіні, полу, колоні, металоконструкції: а) базове позначення б) допустиме позначення	
Прилад, який встановлюється на щиті, пульті: а) базове позначення б) допустиме позначення	
Добірний устрій для постійно включеного приладу	
Виконавчий механізм (ВМ) Загальне позначення	
ВМ постійного струму	
ВМ перемінного струму	
ВМ, відкриваючий регулюючий орган (РО) при припиненні подачі енергії або керуючого сигналу	
ВМ, закриваючий РО при припиненні подачі енергії або керуючого сигналу	
ВМ із додатковим ручним приводом	
Приводний асинхронний двигун	

Система умовних позначень, прийнята у стандарті ДСТУ Б А.2.4-16:2008, являється інтернаціональною і застосовуваним у багатьох країнах світу. Основна її відмінність від раніше існуючих стандартів полягає в тому, що прилади і засоби автоматизації позначають не за конструктивними, а за функціональними ознаками. Умовні графічні позначення приладів і засобів автоматизації показані в таблиці 1.1.

Усі літерні позначення ДСТУ Б А.2.4-16:2008 побудовані на літерах латинського алфавіту, причому їх значення визначають як самі літери, так і місце їх розташування у ряду позначень. Так на першому місці у ряду позначень розміщується літера, якою позначається вимірювальний параметр (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 - Значення першої літери, яка позначає вимірювальний параметр

Позначення	Параметр	Позначення	Параметр
D	Щільність	P	Тиск, вакуум
E	Будь-яка електрична величина	Q	Характеристика якості (склад, концентрація і т.п.)
F	Витрата	R	Радіоактивність
G	Розмір, положення, переміщення	S	Швидкість, частота
H	Ручний вплив	T	Температура
K	Час, часова програма	U	Декілька різнорідних вимірюваних величин
L	Рівень	V	В'язкість
M	Вологість	W	Маса

Якщо є необхідність уточнення основної вимірюваної величини, то застосовують додаткові літери, які розташовують на другому місці у ряду позначень:

- D – різниця, перепад;
- F – співвідношення, частка, дріб;
- J – автоматичне перемикання;
- Q – інтегрування (складання).

Причому, три з них дозволяється записувати малими літерами - d, f, q.

Для позначення функцій, що виконуються приладом, служать сім букв, які у ряду позначень розміщуються не на першому місці і котрі приведені у таблиці 1.3.

Функціональні ознаки приладів і засобів автоматизації позначають чотирма основними буквами, поданими в таблиці 1.4.

Таблиця 1.3 - Літерні позначення функцій, що виконуються приладом

Поз-на-чення	Відображення інформації	Поз-на-чення	Формування вихідного сигналу	Поз-на-чення	Додаткове значення
A	Сигналізація	C	Регулювання, управління	H	Верхня межа вимірювального розміру
I	Показання	S	Вмикання, вимикання, перемикавання	L	Нижня межа вимірювального розміру
R	Реєстрація				

На схемі під адресами, які позначають приводні двигуни, поряд з традиційним позначенням (HS) - включення, відключення, переключення за допомогою ручного впливу на кнопку, для магнітного пускача допускається застосування резервної букви N, тобто (NS). На лінії зв'язку, де це необхідно, варто також зазначити діапазон зміни контрольованих параметрів.

Таблиця 1.4 - Додаткові літерні позначення функціональних ознак приладів

Позначення	Функціональна ознака
E	Чутливий елемент
T	Дистанційна передача
K	Належність до пульта управління
Y	Перетворення, обчислювальна функція

Місцем установки відбірного устрою на функціональній схемі автоматизації може бути точка перетинання лінії зв'язку з контуром технологічного устаткування, наприклад, рисунку 1.1, а. При виникненні необхідності точного показання точки відбору розподіленої інформації, лінія зв'язку від первинного вимірювального перетворювача вводиться усередину контуру технологічного устаткування, а на її кінці зображують окружність, як це показано на рисунку 1.1, б.



Рисунок 1.1 - Варіанти графічного позначення місця установки вимірювального перетворювача

Щити і пульти автоматизації технологічних процесів зображують на схемах у вигляді прямокутників, розміри яких визначаються довільно з урахування розміщення в них умовних графічних і літерних позначень приладів і засобів автоматизації. У кожному прямокутнику з лівої сторони вказується його найменування. Прилади і засоби автоматизації, що розташовані поза щитами і не пов'язані безпосередньо з технологічним устаткуванням, умовно показують у прямокутнику "Прилади місцеві". Начинку щитів і пультів поміщають у прямокутник "Пульт (щит) управління". Якщо автоматизація процесу виконується на

рівні комп'ютерних технологій, то цей блок позначають як "Пульт оператора", в якому виділяють сектори "Щит контролю і управління та ЕОМ".

При зображенні на функціональній схемі автоматизації ліній зв'язку, доцільно застосовувати адресний метод, причому нумерацію ліній на вході в пульти управління варто розташовувати в зростаючому порядку.

Технологічне обладнання та комунікації при розробці функціональних схем автоматизації, як правило, мають спрощене зображення, без вказівки окремих технологічних апаратів та трубопроводів допоміжного призначення. Однак, схема яка таким чином відображається, повинна давати чітке представлення о принципі дії та взаємодії із засобами автоматизації.

Біля зображення технологічного обладнання, окремих його елементів слід давати відповідні пояснювальні надписи (найменування технологічного обладнання, його номер та ін.), а також, вказувати стрілками напрямки потоків. Окремі агрегати та установки технологічного обладнання дозволяється відображати окремо один від одного із вказівкою наявності відповідного зв'язку.

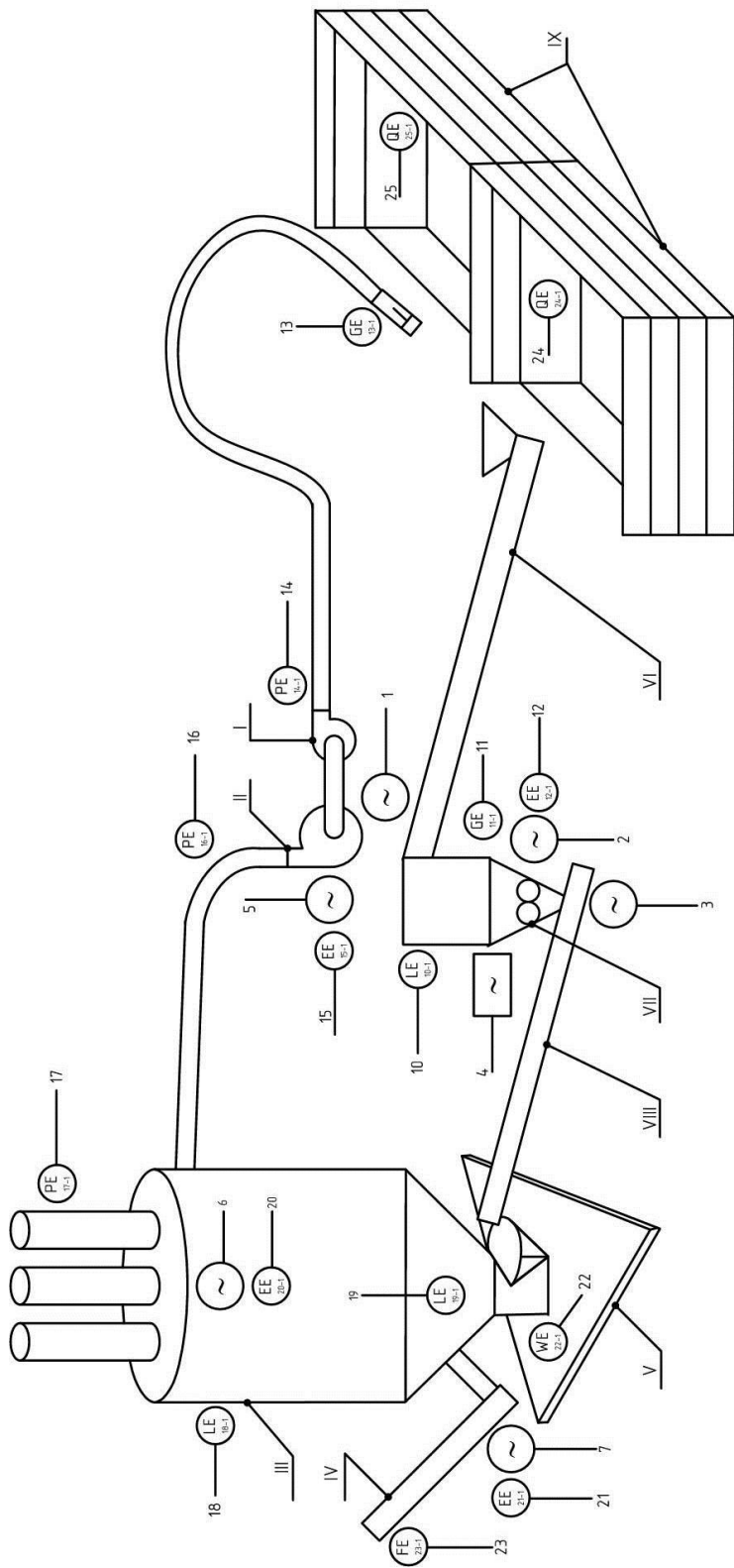
Прилади, засоби автоматизації, електричні пристрої та елементи обчислювальної техніки на функціональних схемах автоматизації показуються у відповідності з ДСТУ Б А.2.4-16:2008 та галузевими нормативними документами. При відсутності стандартних необхідних зображень дозволяється використовувати нестандартні зображення, котрі слід виконувати на основі зовнішніх характерних розмірів відповідних пристроїв.

Приклад

У відповідності до технологічного процесу виробництва комбікормів в умовах господарств АПК, функціональних ознак технологічного обладнання та процесу в цілому складемо схему автоматизації функціональну (рис. 1.2).

Розроблена схема дозволяє контролювати основні режими роботи технологічних машин та етапів технологічного процесу (табл. 1.5). На технологічній частині схеми вказані основні параметри, які використані для забезпечення нормального протікання технологічного процесу виробництва комбікорму та мають певні літерні позначення (табл. 1.6, табл. 1.7). На ефекторній частині схеми вказані функції датчиків та їх взаємодія з виконавчими механізмами.

Щити і пульти автоматизації технологічних процесів зображують на схемах у вигляді прямокутників, розміри яких визначаються довільно з урахування розміщення в них умовних графічних і літерних позначень приладів і засобів автоматизації. У кожному прямокутнику з лівої сторони вказується його найменування. Прилади і засоби автоматизації, що розташовані поза щитами і не пов'язані безпосередньо з технологічним устаткуванням, умовно показують у прямокутнику «Прилади місцеві» («Прилади на місцях»). Начинку щитів і пультів поміщають у прямокутник «Пульт (щит) управління» («Прилади на пультах»). При зображенні на функціональній схемі автоматизації ліній зв'язку, доцільно застосовувати адресний метод, причому нумерацію ліній на вході в пульти управління варто розташовувати в зростаючому порядку.



- I — Сепаратор
- II — Дробарка
- III — Змішувач вертикальний
- IV — Вибантажувач шнековий
- V — Ваги
- VI — Завантажувач шнековий
- VII — Плущилка зернових
- VIII — Живильник плющеного зерна
- IX — Зернові компоненти

Прилади на місцях	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12, 15, 20, 21	13	14, 16, 17	18	19	22	23	24-25
Прилади на пульті	1-1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1	7-1	10-2	11-2	12-2	13-2	14-2	18-2	19-2	22-2	23-2	24-2
	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	LYT	GYT	GYT	GYT	PYT	LYT	LYT	WYT	FYT	QYT
	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK	ASK

Рисунок 1.2 — Лінія виробництва концентрованих. Схема автоматизації функціональна.

На схемі під адресами, які позначають приводні двигуни, поряд з традиційним позначенням (HS) - включення, відключення, переключення за допомогою ручного впливу на кнопку, для магнітного пускача допускається застосування резервної букви N, тобто (NS). На лінії зв'язку, де це необхідно, варто також зазначити діапазон зміни контрольованих параметрів.

Таблиця 1.5 – Параметри контролю і управління системи автоматизації лінії виробництва концормів

Технологічний агрегат	Параметр	
	Контроль	Управління
Оперативні бункери	Верхній та нижній рівні зерна	Вмикання / вимикання подачі
Дозатори	Витрата компоненту	Переміщення засувки
Дробарка	Струм навантаження привідного двигуна Продуктивність дробарки Ступінь подрібнення	Подача у дробильну камеру
Завантажувальні транспортери	Відсутність / наявність обриву	Вмикання / вимикання привідного двигуна
Бункери готової продукції	Верхній та нижній рівні концорму Витрата відпуску готового продукту	Вмикання / вимикання подачі Відкриття / закриття засувки

Таблиця 1.6 – Технічні та технологічні параметри технологічного процесу приготування комбікорму, які регулюються технічними засобами

Назва параметру	Од. вим.	Примітки
Рівень компонентів та готового комбікорму	м	Вимірювання рівня сипкого матеріалу
Положення засувки плющильника	мм	За допомогою кінцевих вимикачів
Тиск у напірному та усмоктувальному рукавах дробарки	Па	Датчик надлишкового тиску
Струм приводу дробарки та плющильника	А	Трансформатор струму
Дозатор	кг	Ваги електронні
Робота технологічних машин	вкл/викл	Забезпечення індикації
Режими роботи електросилового обладнання	норма / аварія	Забезпечення сигналізації

Таблиця 1.7 – Параметри технологічного процесу виробництва томатного соку, які підлягають контролю, реєстрації або регулювання.

№	Найменування технологічної машини	Контрольований параметр	Літерне позначення
1	Плющилка	Рівень у бункері Положення засувки Завантаження приводу плющилки	LE GE EE
2	Дробарка	Тиск у напірному та нагнітальному повітропроводах Завантаження приводу дробарки	PE EE
3	Змішувач	Тиск у аспіраційних фільтрах Рівень компонентів Вага порції Завантаження змішувача Облік виробленого комбікорму Контроль якісних показників	GE LE WE EE FE QE

2 ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИКИ

Під час проектування схем автоматизації необхідно правильно вибирати технічні засоби автоматизації, що випускаються серійно, й розробляти нові. Вимірювальні перетворювачі використовують у комплекті з вторинними приладами, регуляторами й іншими пристроями автоматики, машинами централізованого контролю й системами керування. У залежності від конкретних умов застосування вимірювальних перетворювачів (ВП) до них існують різноманітні вимоги. Точність датчика в основному визначає точність роботи системи, тому необхідно враховувати в першу чергу метрологічні й динамічні характеристики, спрямованість дії, що характеризує ступінь впливу навантаження на виході датчика на режим вхідного кола, а також зручність монтажу й обслуговування. Крім ВП, важливе значення має вибір або розробка інших пристроїв автоматики, у тому числі відлікових і дозувальних пристроїв (мірна тара, баки, автоматичні ваги й т.п.), стандартних пристроїв з ручним вводом сигналу (тумблери, клавішні вимикачі, кнопки тощо), а також зі змішаним (ручним і автоматичним) вводом сигналу.

Вибір вимірювальних перетворювачів

При виборі *вимірювальних перетворювачів* технологічних параметрів і інших засобів виділення інформації варто враховувати наступні основні фактори:

- припустима для АСКТП похибка, що визначає клас точності датчика;
- інерційність датчика, що характеризується його постійною часу;
- межі виміру з гарантованою точністю; вплив фізичних параметрів контрольованого й навколишнього середовища (температури, тиску, щільності, вологості) на нормальну роботу датчика;
- вплив на ВП контрольованого й навколишнього середовища внаслідок його абразивних властивостей, хімічних параметрів тощо;
- наявність у місці установки ВП неприпустимих для його нормального функціонування вібрацій, магнітних і електричних полів, радіоактивних випромінювань та ін.;
- можливість застосування вимірювального перетворювача з погляду вимог пожежо- і вибухобезпечності; відстань, на яку може бути передана інформація, що видяліється датчиком; граничні значення вимірюваної величини й інших параметрів середовища.

ВП вибирають, як правило, у два етапи. На першому задається різновид ВП (наприклад, при вимірі температури – манометричний термометр, термометр опору, термопара). На другому етапі визначається типорозмір обраного ВП (наприклад, термометр опору мідний, градіровки 23, типу ТСМ-5071, голівка водозахисна).

Вибір ВП рівня, концентрації, складу і вологості газу, щільності, кута повороту, переміщення, наявності сили, швидкості обертання і прискорення в основному зводиться до обліку і підбора згаданих вище факторів і характеристик.

При використанні ВП, що реагують на радіоактивність, необхідно постійно контролювати вплив проникаючої радіації і дотримуватись спеціальних санітарно-технічних правил і техніки безпеки.

Для деяких типів ВП, таких як кондуктометричні, ємнісні й інші, варто враховувати вплив температури і передбачати компенсуючі пристрої.

Багато датчиків концентрації, складу газу є спеціалізованими і можуть застосовуватися тільки в дуже вузькій галузі. Наприклад, розглянемо методику вибору найбільш поширених ВП технологічних параметрів.

У системах подрібнювання зернових компонентів в більшості випадків застосовують вимірювальні перетворювачі неелектричних величин: рівня, витрати, вологості, положення засувки і т.п. Ці величини перетворюються у величини, зручні для передачі на відстань чи для використання у відповідних місцевих пристроях автоматики [3].

Технічні характеристики вимірювальних перетворювачів, що використовуються для контролю параметрів у технологічному процесі представлені в таблиці 2.1.

Для оперативного контролю ступеня подрібнювання матеріалу застосовують метод ситового аналізу в різноманітних модифікаціях. Найбільш поширеним є засіб поділу сипучого матеріалу на дві фракції за допомогою ситового екрана з заданими розмірами осередків. Відношення витрати однієї з фракцій до витрати вихідного продукту характеризує дисперсність вихідної суміші. Цей засіб реалізується в спеціальній конструкції дисперсоаналізатора ДА1. Він має циліндричне сито з певним розміром осередків. Сипкий матеріал, проходячи скрізь нього розділяється на дві фракції, контролюючи співвідношення яких можна судити про ступінь помелу кмбікормів.

Виконавчі механізми (вимоги):

- за умовами захищеності від дії навколишнього середовища;
- за умовою вибухонебезпечності;
- за умовою електричної безпеки;
- за типом вимірювальної величини;
- за похибкою вимірювання перетворювача;
- за інерційністю;
- за типом вихідної величини.

Таблиця 2.1 – Технічні дані вимірювальних перетворювачів

Вимірювальний перетворювач	Параметр	U_n , В	f , Гц	Зона нечутливості, %	Похибка вимірів, %	Вихідний сигнал, мА
Рівень	СУС-МР	36	50	1	± 3	5
Вологість	ВЧ-536У	36	50	2	± 5	3
Витрати	РЦ-71	24	50	2	± 1	2
Крупність	ДА1	12	50	1	± 5	4
Швидкість	ТГ-041	55	50	2	± 4	6
Вага	16ДК-1000	36	50	5	± 6	3

Вибір ВП температури

Необхідно враховувати граничні значення температур, у діапазоні яких можна застосовувати різні датчики, а також вид вихідного сигналу. Ці дві характеристики є основними, які в значній мірі визначають вибір того чи іншого ВП. При виборі датчиків варто враховувати середовище, у якому вони повинні працювати.

Термометри опору і термопари забезпечують вимір з точністю 0,5 %, а контактні, і манометричні термометри – не більш 1,5 – 2,5 %.

У діапазоні температур від 50 до +500 °С, як правило, віддається перевага термометрам опору, що менше зазнають дії електричних і магнітних полів.

Причому при вимірах у діапазоні температур від –50 до +150 °С варто застосовувати мідні, а не платинові термометри опору, бо вони більш дешеві і краще переносять вібрацію.

Застосування термопари особливо зручне під час виміру температури у важкодоступному чи обмеженому розмірами місці. Цей прилад дозволяє визначити «місцеву» температуру, у той час як термометр опору й манометричний термометр вимірюють середню температуру тіла.

При необхідності одержання пневматичного сигналу можливе застосування як манометричних термометрів із пневмовихідом, так і термопар з наступним перетворенням термо-ЕДС у пневмосигнал.

Вибір ВП тиску

Розрізняють прилади для виміру тиску (атмосферного надлишкового й абсолютного) у межах від 0 до 16·10⁷ Па, напору – до 5000 Па (500 мм вод. ст.), розрідження – до 5000 Па (500 мм вод. ст.) і вакууму – до 0,1 МПа (760 мм рт. ст.), а також різниці (перепаду) тиску – до 0,13 МПа (1000 мм рт. ст.).

Під час вибору датчиків тиску, крім основних характеристик, що були перераховані вище, варто враховувати:

1) характер зміни тиску в часі, якщо він не змінюється або змінюється плавно; датчик (особливо приладового типу) треба підібрати так, щоб показання вимірюваного тиску знаходилося в межах від 1/3 до 2/3 шкали, при змінному тиску – у межах від 1/3 до 1/2 шкали датчика;

2) вплив контрольованого середовища; для повітря, азоту і вуглекислого газу може бути застосований будь-який ВП тиску; для ацетилену, аміаку, сірчистого газу неприпустиме застосування датчиків з деталями з мідних сплавів і інших кольорових металів; для кисневого середовища необхідно прийняти міри, щоб запобігати попадання олії; для агресивної рідини і газів повинні бути передбачені розділові судини й інша захисна арматура.

Вибір ВП витрати

Витрати рідини і газу на сучасних промислових підприємствах вимірюють різними способами, однак переважна більшість промислових установок оснащено для цієї мети дросельними витратомірами.

Їх основними елементами є звужуючий пристрій, що забезпечує перепад тиску на ділянці трубопроводу, диференціальний манометр, сполучні лінії, а також керуюча, розділова і захисна апаратура.

Найбільш трудомісткою є операція вибору звужуючого пристрою, оскільки в кожному окремому випадку необхідно виконання достатньо громіздкого розрахунку. Стандартизовані звужуючі пристрої є трьох видів; діафрагма (камерна і безкамерна), сопло і сопло Вентурі. Зміна чи забруднення вхідного профілю звужуючого пристрою в процесі експлуатації при використанні діафрагми впливає на точність виміру витрат більше, ніж при застосуванні сопла.

В установках з невеликим статичним тиском, де обмеження втрати тиску на звужуючому пристрої має вирішальне значення, перевагу віддається соплу Вентурі. Стандартні звужуючі пристрої можна використовувати, якщо діаметр трубопроводу не менш 50 мм, статичний тиск не перевищує $2 \cdot 10^7$ Па, а модуль знаходиться в межах від 0,05 до 0,7 для діафрагми і від 0,05 до 0,6 для сопла Вентурі.

Вибір дифманометра, що працює в комплекті зі звужуючим пристроєм, в основному зводиться до визначення номінального перепаду тиску відповідно до стандартної шкали перепадів. Якщо втрата тиску у звужуючому пристрої не має значення, перепад вибирають таким, щоб модуль дорівнював 0,2, оскільки більше зменшення модуля (а отже, підвищення перепаду тиску), як правило, недоцільно. Якщо ж задана припустима втрата тиску у звужуючому пристрої, то приймають таке найбільше значення номінального перепаду тиску дифманометра, при якому втрата тиску ще залишається менше припустимої.

Вихідними даними для розрахунку звужуючих пристроїв є: внутрішній діаметр трубопроводу; статичний тиск середовища; температура; максимальне, середнє і мінімальне значення витрати речовин; припустима втрата тиску на звужуючому пристрої; матеріал звужуючого пристрою; обраний тип дифманометра.

Крім дросельних витратомірів, у промислових установках знаходять застосування ротаметри (витратоміри постійного перепаду), індукційні витратоміри й ін. Ротаметри дозволяють вимірювати малі витрати рідини і газу при діаметрі трубопроводу, меншому 50 мм, коли дросельні витратоміри не можна застосовувати. Вони забезпечують значний діапазон виміру (відношення максимальної витрати до мінімальної витрати може досягати 10), мають рівномірну

шкалу, втрати тиску незначні, дозволяють вимірювати витрату агресивних і стерильних речовин.

Індукційні витратоміри відрізняються малими втратами тиску внаслідок відсутності звуження потоку і виступаючих частин, можливістю виміру агресивних середовищ і речовин, що характеризуються абразивними властивостями. Недоліком індукційних витратомірів є важко переборне явище поляризації (при постійному магнітному полі) і дрейф нуля (при змінному полі).

Вибір проміжних перетворювачів

Проміжні перетворювачі є внутрішньо-системними. Вони призначені для перетворення сигналу одного виду в інший без зміни кількості інформації. Їх використовують для узгодження вхідних і вихідних сигналів окремих пристроїв або комплексів технічних засобів.

Залежно від призначення (перетворення сигналу датчика на вході в систему або перетворення сигналу для подачі його на засоби виводу сигналу із системи) проміжні перетворювачі можуть бути розділені на вхідні і вихідні.

Вхідні проміжні перетворювачі застосовують для перетворення неуніфікованого сигналу, що надходить від датчика, в уніфікований сигнал чи для перетворення уніфікованого сигналу одного виду і способу подання в інший вид чи спосіб подання. Вихідні проміжні перетворювачі застосовують для узгодження вихідних сигналів обчислювальних пристроїв із входами пристроїв виводу інформації. Найбільш поширеними проміжними перетворювачами в сучасній техніці є аналого-цифрові (АЦП) і цифро-аналогові (ЦАП) різних типів і принципів дії. Попередньо вхідні і вихідні проміжні перетворювачі вибирають за класифікаційними ознаками, а потім, якщо вони виготовляються серійно, за технічними характеристиками остаточно вибирають їх тип. При цьому приймаються до уваги необхідний клас точності перетворення, час перетворення й імовірність безвідмовної роботи. Доцільно, по можливості, використовувати прилади одного виробника.

Вибір засобів відображення інформації

Розглянутий клас технічних засобів призначений для виводу керуючої інформації з обчислювальних пристроїв оператору або безпосередньо на виконавчі механізми. Пристрої перетворюють машинні сигнали і сигнали операторів у форму, що сприймається людиною і виконавчим механізмом. Для кращого сприйняття оператором інформація виводиться у виді сигналізації, контролю, реєстрації, діалогу. Форма подання визначається технологією роботи оператора з виведеною інформацією, її важливістю і значенням.

Засоби сигналізації застосовуються для світлової сигналізації положення керуючого органа, для світлової і звукової сигналізації порушень нормального режиму роботи і для інших цілей.

Засоби контролю призначені для виміру миттєвих значень контрольованих параметрів, для виміру контрольованого параметра за викликом.

Засоби виводу інформації на реєстрацію служать для друку результатів вимірів, обчислень, змінних рапортів, вторинних документів, графіків тощо.

Засоби виводу інформації для діалогу оператора з машиною застосовують під час взаємодії оператора з обчислювальними пристроями.

Попередньо засоби виводу інформації вибирають за класифікаційними ознаками і, якщо такі засоби серійно виготовляються, то за їх технічними характеристиками здійснюється остаточний вибір.

Вибір вторинних приладів

В АСКТП вторинні прилади (ВП) служать для перетворення контрольованих параметрів і подання їх оператору. Крім того, ВП можуть містити пристрої, що дозволяють уводити (ретранслювати) інформацію до інших елементів технічних засобів АСКТП (пристрої систем збору і передачі інформації, ЕОМ, аналогові САР), здійснювати безпосереднє керування технологічними об'єктами. Ряд ВП використовуються як засоби виводу інформації з ЕОМ.

Прилади для виводу кількісної інформації є вимірювальними. Прилади для виводу якісної інформації про стан технологічного процесу – це засоби відображення стану об'єкта і допоміжної інформації про нього.

У самописних ВП використовують різні фізичні принципи і технічні засоби запису. Спеціальними ВП є пристрої для рахунка кількості штучної продукції з різними принципами дії. Для подання інформації про стан об'єкта в АСКТП знаходять застосування різні індикатори (цифрові, оптичні тощо). Досить багато в промисловості експлуатуються різні прилади системи ДСП. Вони використовуються для контролю температури, тиску і перепаду тиску, витрати речовини, рівня, числа рН, ЕДС, сили і напруги постійного струму тощо.

Вторинні прилади ДСП працюють з датчиками (первинними вимірювальними перетворювачами) перерахованих технологічних параметрів. У комплекс цих приладів (КС) входять автоматичні електронні потенціометри і мости постійного і змінного струму, прилади з диференційно-трансформаторною схемою. Міліамперметри і вольтметри комплексу КС призначені для роботи з датчиками, що мають уніфікований вихідний сигнал.

Вибір вторинних приладів в основному залежить від типу технологічного процесу, необхідності контролю його параметрів на місці розташування технологічного об'єкта та передачі інформації на верхній рівень контролю і керування відповідно до необхідної точності, вірогідності і тимчасових властивостей (період опитування тощо).

Вимірювальний пристрій дисперсності матеріалу

Для оперативного контролю ступеня подрібнювання матеріалу застосовують метод ситового аналізу в різноманітних модифікаціях. Найбільш поширеним є засіб поділу сипучого матеріалу на дві фракції за допомогою ситового екрана з заданими розмірами осередків. Відношення витрати однієї з фракцій до витрати вихідного продукту характеризує дисперсність вихідної суміші.

Цей засіб реалізується в спеціальній конструкції дисперсоаналізатора й у машинах, що сепарують, виконуючі визначені технологічні операції [5].

Схема дисперсоаналізатора ДА-1 показана на рисунку 2.1.

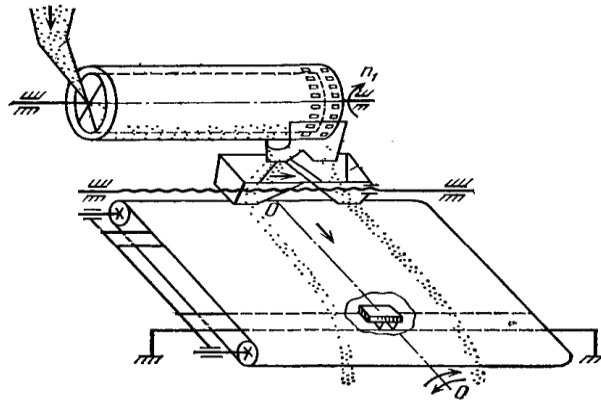


Рисунок 2.1 - Схема дисперсоаналізатора ДА-1

Вихідний матеріал розділяється на дві фракції за допомогою циліндричного сита, що виконує складний обертально-коливальний рух. Співвідношення виходу фракцій вимірюється за допомогою стрічкових ваг 12. Поворот стрічки ваг біля осі 00 фіксується індукційним датчиком 13. Потім за допомогою фазочутливого підсилювача 14 і реверсивного двигуна 15 забезпечується переміщення лійок 7 до положення, коли ваги 12 зрівноважуються. Положення лінійок визначає співвідношення проходової і сходової фракцій. Для контролю дисперсності продукту, що надходить у виробничий розсів, використовують відношення витрати окремих фракцій до витрати продукту, що надійшов на розсів. У цьому випадку застосовують лінійні частини залежностей виходу окремих фракцій розсіву від розміру витягу, обумовленого відношенням проходового продукту до вихідного навішення при просіюванні на лабораторному ситі визначеного номера.

Для контролю дисперсності продукту, що надходить у виробничий розсів, використовують відношення витрати окремих фракцій до витрати продукту, що надійшов на розсів. У цьому випадку застосовують лінійні частини залежностей виходу окремих фракцій розсіву від розміру витягу, обумовленого відношенням проходового продукту до вихідного навішення при просіюванні на лабораторному ситі визначеного номера. У комп'ютерному середовищі Excel одержана статистична характеристика даного пристрою, яка представлена на рисунку 2.2.

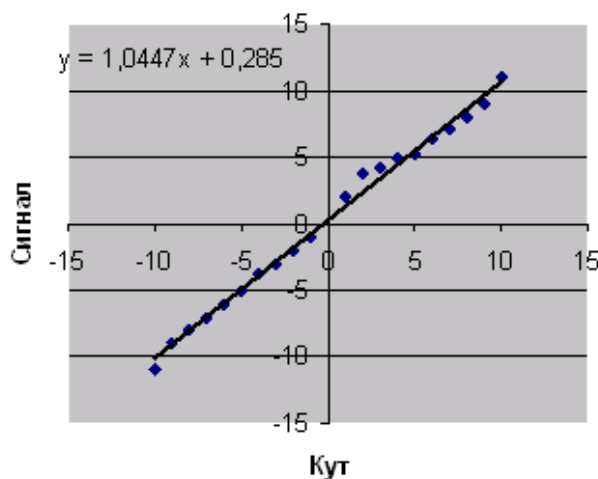


Рисунок 2.2 – Статична характеристика дисперсаналізатора

Апроксимуюче рівняння, одержане через лінію тренда, має вид

$$y = 1,0447x + 0,285$$

і дозволяє моделювати процес контролю гранулометричного складу комбікор-мів.

Приклади оформлення вибору ТЗА

При виборі технічних засобів автоматизації (ТЗА) необхідно дотримуватись Державної системи приладів (ДСП), яка дозволяє утворювати необхідну структуру та забезпечити незалежну заміну окремих вузлів.

У відповідності із розробленою схемою автоматизації функціональною і згідно номінальних значення вхідних і вихідних сигналів її ланок, необхідно вибрати відповідні технічні засоби автоматизації (ТЗА) і навести їхній перелік у вигляді специфікації (таблиця 2.2).

Для системи автоматичного керування, яка проектується, при виборі технічних засобів, перевагу необхідно віддавати тим засобам автоматизації які входять у зазначену вище систему або приладам параметри вхідних та вихідних сигналів узгоджені з нею.

Таблиця 2.2 - Специфікація технічних засобів автоматизації

Позиційне позначення	Найменування	Кількість	Примітка

До електричних датчиків незалежно від типу й пристрою пред'являються наступні основні вимоги:

- надійність у роботі;
- достатня чутливість, що дозволяє суттєво спростити схему системи. У цьому випадку відпадає необхідність у посиленні сигналу, точність системи підвищується;
- безперервна залежність його вихідної величини у від вхідний x ;
- мінімальні габаритні розміри й вага;
- необхідний діапазон зміни параметрів;
- відсутність зворотного впливу датчика на вимірюваний процес;
- мінімальна інерційність;
- відповідність умовам навколишнього середовища.

На роботу електричних датчиків впливають наступні фактори: періодичність і максимальна частота процесу, змінність знаку кривої зміни процесу й наявність у ній постійної складової, температурні умови місця виміру, атмосферні умови, наявність вібрації, прискорень або струсів в установці й ін. Датчики є невід'ємною частиною систем збору даних, які, у свою чергу, можуть входити до складу більших вимірювальних комплексів з безліччю зворотних зв'язків.

Поширений перелік виробників та дистриб'ютерів технічних засобів автоматизації в Україні:

1. ВАТ "Амітрон-ЕК" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.amitron-ek.ru>
2. ВАТ «Електросвіт». Компоненти автоматики та телемеханіки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.es.ua/ua/>
3. ВАТ "Промфактор" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.promfactor.ua
4. Компанія «ОВЕН». Обладнання для автоматизації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.owen.ru>.
5. Номенклатурний перелік «АСКО-УКРЕМ» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.asko.ua
6. Об'єднання «СВ Альтера». Електроніка та автоматизація. Продукція [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.svaltera.ua/catalog/>
7. Офіційна сторінка компанії АКОН [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.akon.com.ua>
8. Представництво Danfoss [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://danfoss.net.ua/products>

При виконанні ДП вказується найменування, технічні характеристики та призначення вибраних технічних засобах автоматизації.

Приклад

Приклад 1

Для вимірювання рівня сипкої сировини в бункерах основних компонентів та бункері добавок, приймаємо:

Тип	IQ 40.01
Принцип перетворення	індуктивний
Діапазон вимірювань	10...20 мм
Макс. частота спрацьовування	300 Гц
Тип вихідного сигналу	дискретний PNP замикаючий
Напруга живлення	10-30 В
Струм навантаження	250 мА
Ступінь захисту	IP66

Приклад 2

Технічні параметри ВП рівня сипких матеріалів

Тип	Напруга, В	Чутливий елемент	Вихідний сигнал	Мікроперемикач	Рівень спрацювання, мм	Зусилля спрацювання, г	Струмове навантаження, А	Виконання
СУМ-1	~220 В	Мембрана	Контакт	МИ-3	100-150	40-50	2	IP65

Приклад 3

Технічна характеристика тахометра ТХА01

Напруга живлення, В	~90 ÷ 264
Кількість дискретних входів	2
Тип датчиків	«Сухий контакт», безконтактний NPN
Використаний датчик принцип дії відстань спрацювання, мм принцип спрацювання	ВБ1.18М ємність, безконтактний 10 дія діелектрика
Кількість лічильних розрядів	6
Діапазон значень вимірюваної частоти, Гц	0,5 ÷ 2500
Рівень сигналу логічної «1», В	12 ÷ 30
Рівень сигналу логічного «0», В	0 ÷ 4
Кліматичне виконання (зі сторони панелі оператора)	IP54
Габаритні розміри, мм	96×48×100

Умови технологічного процесу

Категорії приміщень за умовами навколишнього середовища

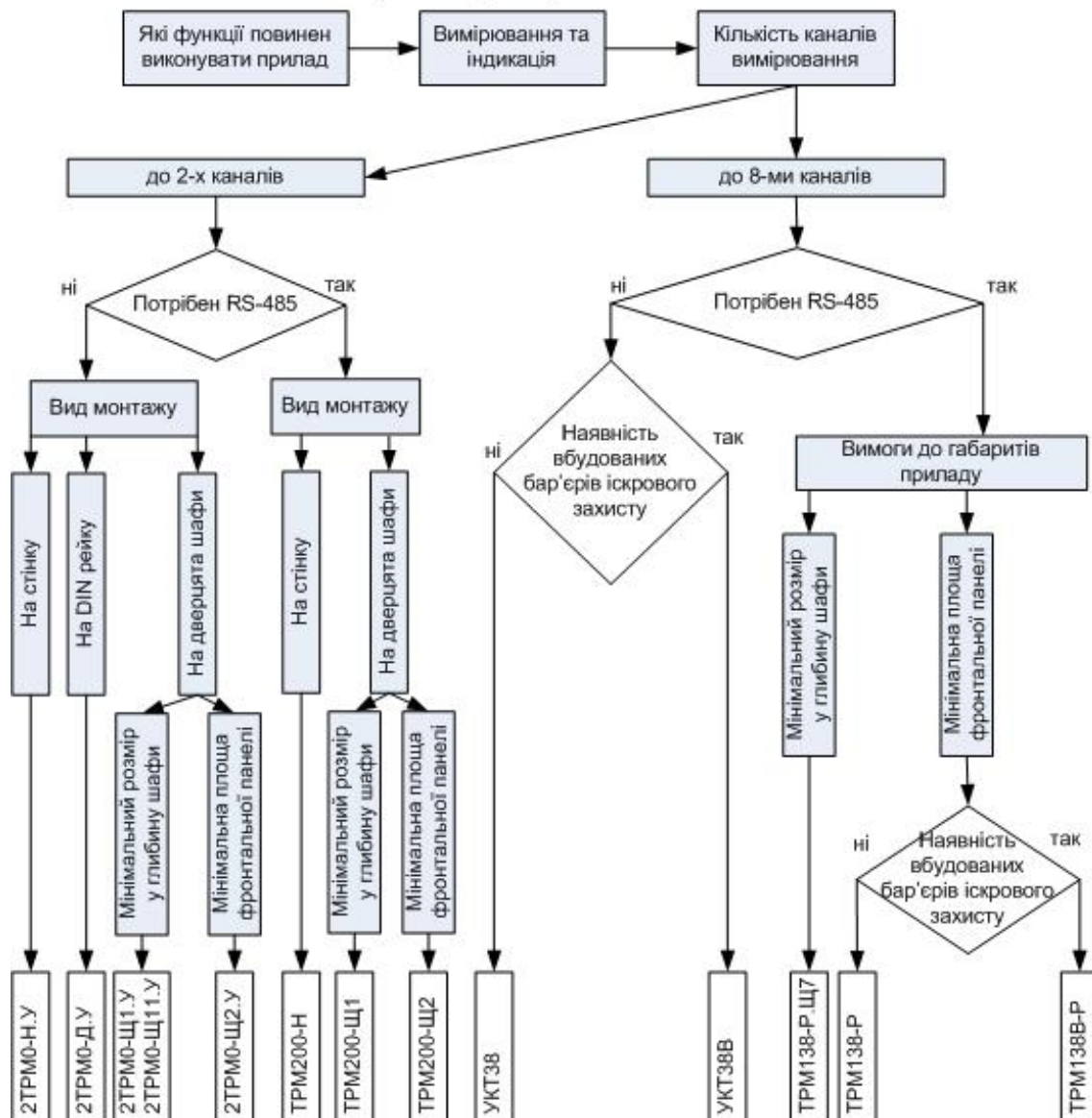
Категорія приміщення	Характеристика приміщень
1. Сухі	Приміщення, в яких відносна вологість не перевищує 60%.
2. Вологі	Приміщення, в яких пара або волога, що конденсується виділяється лише короткочасно у невеликих кількостях, а відносна вологість повітря перебуває в межах від 60% до 75% включно.
3. Сирі	Приміщення, в яких відносна вологість повітря тривало перевищує 75%.
4. Особливо сирі	Приміщення, в яких відносна вологість повітря близька до 100% (стеля, стіни, підлога і предмети, що знаходяться у приміщенні, покриті вологою).
5. Жаркі	Приміщення, в яких під дією різних теплових випромінювань температура перевищує постійно або періодично (понад 1 добу) +35°C (наприклад приміщення із сушарками, сушильними та опалювальними печами, котельні тощо)
6. Запилені	Приміщення, в яких за умовами виробництва виділяється технологічний пил у такій кількості, що вона може осідати на проводах, проникати всередину машин, апаратів тощо. Розділяються на приміщення із струмопровідним пилом та приміщення із неструмопровідним пилом
7. Із хімічно-активним або органічним середовищем	Приміщення, в яких постійно або протягом тривалого часу містяться агресивна пара, газу, рідини, виникають відкладення чи пліснява. Що руйнують ізоляцію і струмоведучі частини електрообладнання.

Категорії приміщень стосовно небезпеки ураження людей електричним струмом

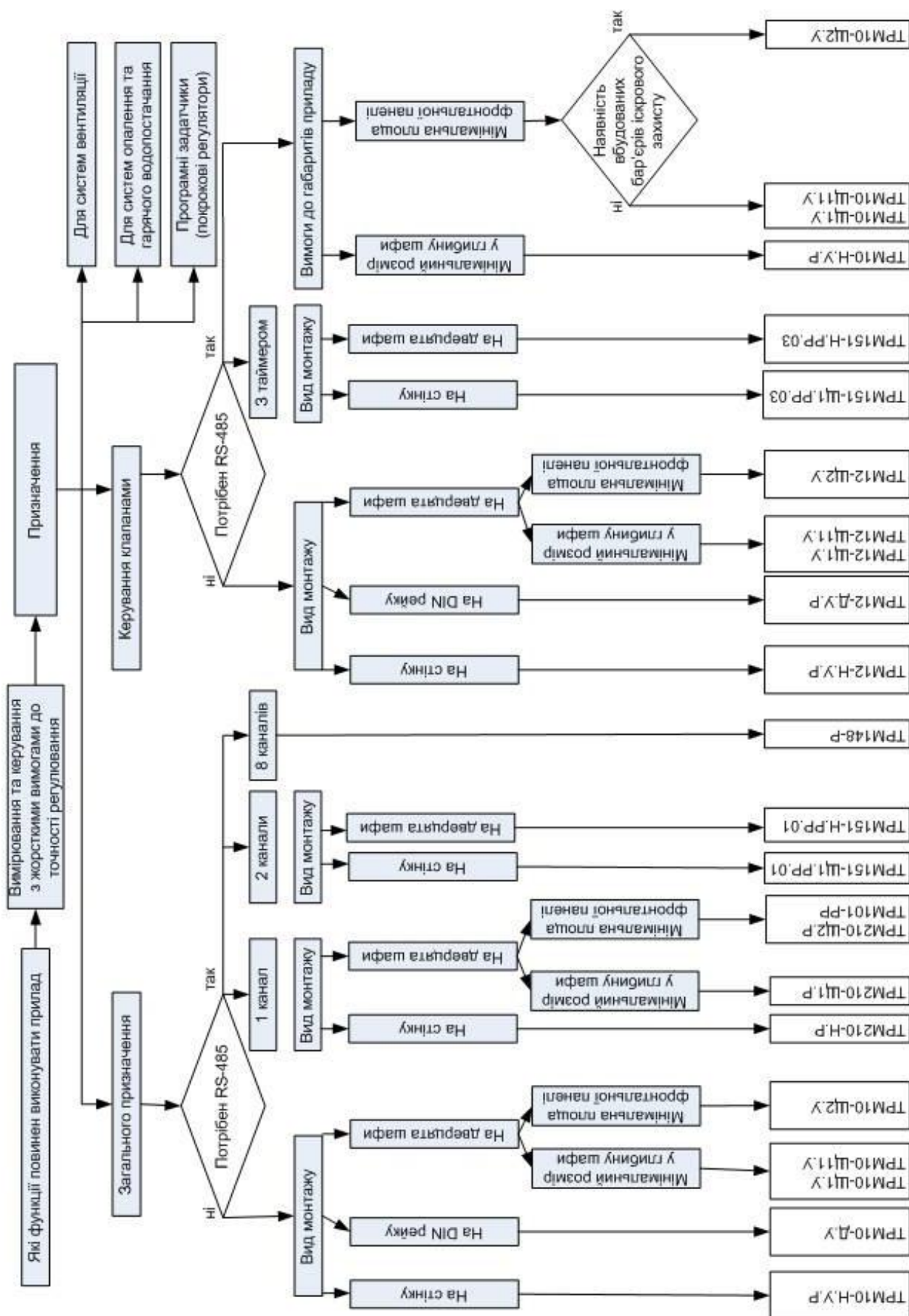
Категорія приміщення	Характеристика приміщень
1. Без підвищеної небезпеки.	Приміщення, в яких відсутні умови, що створюють підвищену чи особливу небезпеку.
2. З підвищеною небезпекою.	Приміщення, в яких є у наявності одна або кілька умов, що створюють підвищену небезпеку: – сирість або струмопровідний пил (сирі та запилені із струмопровідним пилом приміщення); – струмопровідна підлога (металева, земляна, залізобетонна, цегляна тощо); – висока температура (жаркі приміщення); – можливість одночасного доторкування людини до з'єднаних із землею металоконструкцій споруд, технологічних апаратів, механізмів тощо з одного боку і до металевих корпусів електрообладнання з іншого боку.
3. Особливо небезпечні приміщення.	Приміщення, які характеризуються наявністю однієї з умов, що створюють особливу небезпеку: – особлива сирість (сирі приміщення); – хімічно-активне або органічне середовище; – одночасно дві або більше умов підвищеної небезпеки.
4. Територія розміщених зовнішніх електроустановок.	Стосовно небезпеки ураження людей електричним струмом прирівнюються до особливо небезпечних приміщень.

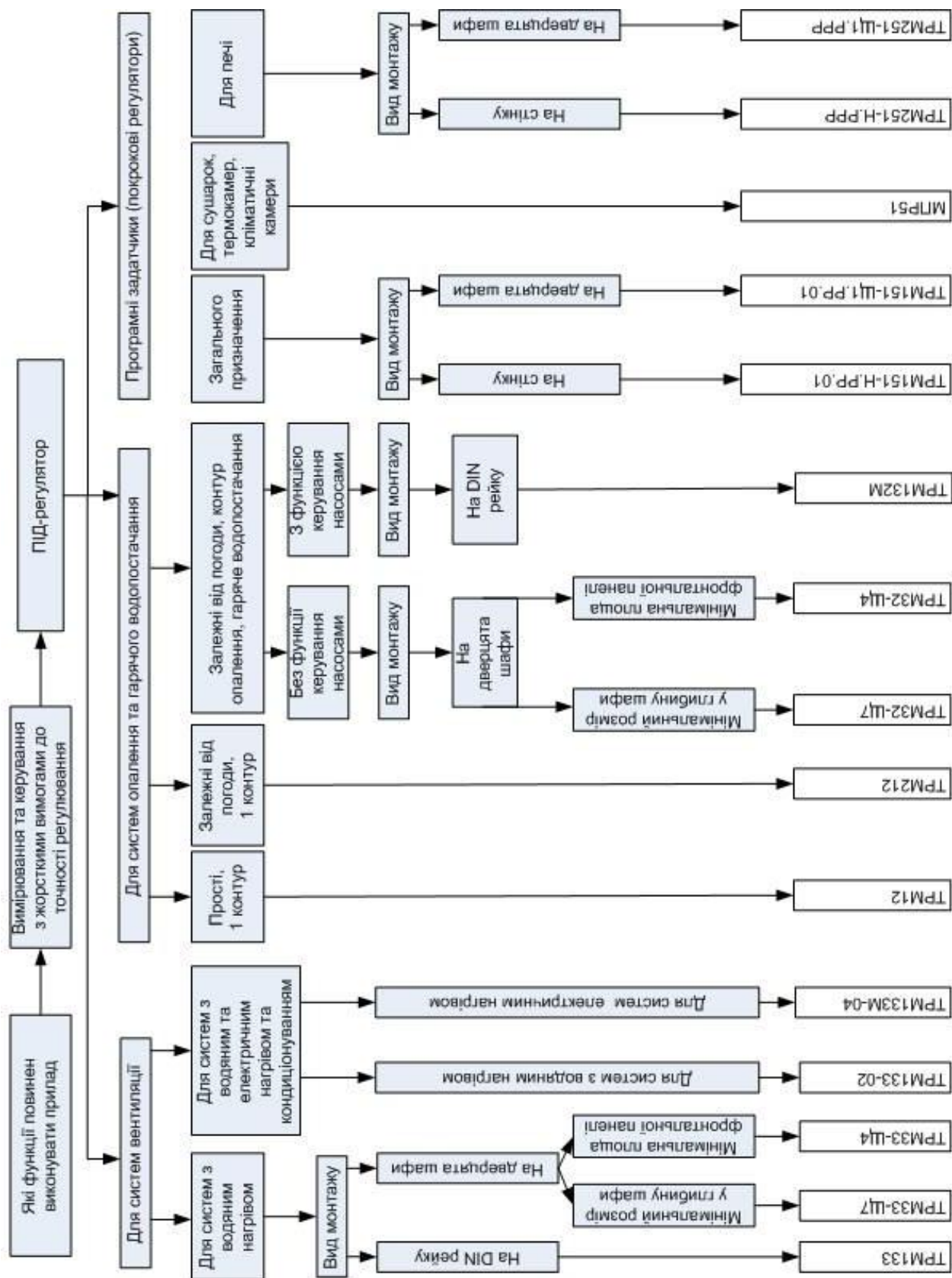
Категорії приміщень за вибухопожежною небезпекою

Категорії приміщень	Характеристика речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в приміщенні
А вибухопожежно-небезпечні	Горючі гази. Легкозаймисті рідини з температурою спалаху не вище 28°C в такій кількості, що можуть утворювати пилоповітряні суміші, при займанні яких розвивається розрахунковий надмірний тиск вибуху в приміщенні, який перевищує 5 кПа.
Б вибухопожежно-небезпечні	Горючий пил або волокна, з температурою спалаху понад 28°C, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при займанні яких розвивається розрахунковий надмірний тиск вибуху в приміщенні 5 кПа.
В пожежонебезпечні	Горючі і важкогорючі рідини, тверді горючі і важкогорючі речовини та матеріали (зокрема пил та волокна), речовини і матеріали здатні горіти тільки при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, за умов, що приміщення, в яких вони є, не відносяться до категорії А або Б.
Г	Негорючі речовини або матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробітку яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і полум'я; горючі гази, рідини і тверді горючі речовини, які спалюються або утилізуються у вигляді палива.
Д	Негорючі речовини і матеріали в холодному стані.
Додаток	Допускається відносити до категорії Д приміщення, в яких знаходяться горючі рідини в системах змащування, охолодження і гідроприводу обладнання при тиску не менше 0,2МПа, кабельні електропроводки до устаткування, окремі предмети меблів на робочих місцях.

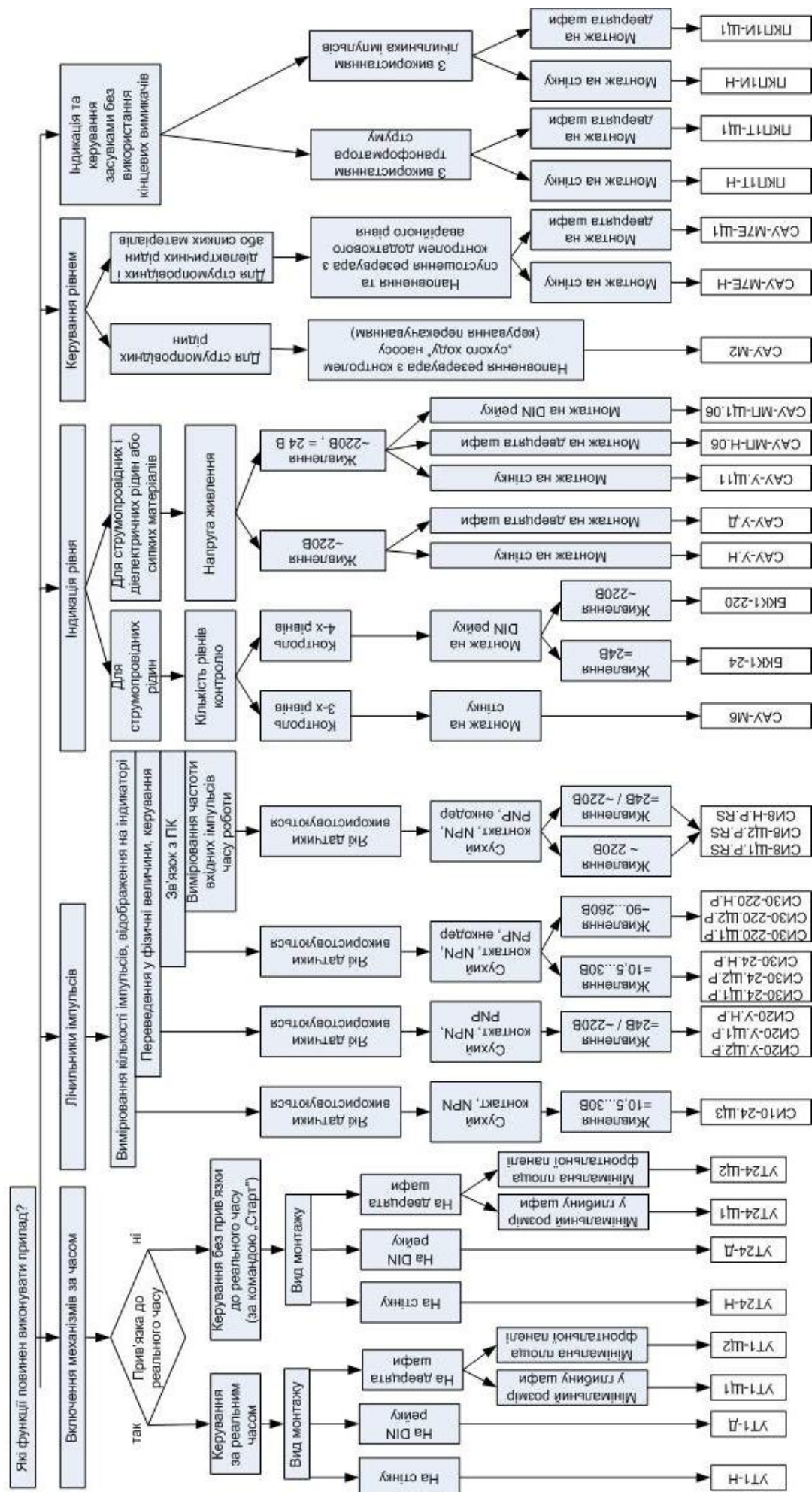


Алгоритм вибору вимірювачів температури





Алгоритм вибору регуляторів для опалення, гарячого водопостачання та вентиляції



X ДТС XXX – X.XX.X / X.XX.X.Ex-X

Кількість чутливих елементів: Не вказано - 1 чутливий елемент – стандарт 2 – 2 чутливих елементи	Температурний клас у маркуванні захисту від вибуху: T1 – не більше 425 °C T2 – не більше 275 °C T3 – не більше 195 °C T4 – не більше 130 °C T5 – не більше 95 °C T6 – не більше 80 °C
Конструктивне виконання: XX4 – з кабельним виводом XX5 – з комутаційною головою	Вибухозахисне виконання: Ex – маркування захисту від вибуху Не вказано – загальне виконання (стандарт)
Номинальна статична характеристика: 50M – стандарт 100M 50P 100P p100 – стандарт	Вибухозахисне виконання: Ex – маркування захисту від вибуху Не вказано – загальне виконання (стандарт)
Клас допуску: А – для p100 В, С	Тип різьбового штуцера: Параметр різьби – труба (G3/4) Не вказано – відповідає моделі (стандарт)
Схема внутрішнього з'єднання проводів: 2 – двопровідна 3 – трипровідна (стандарт) 4 – чотири провідна	Виконання комутаційної головки: MG – металева для XX5 Не вказано – пластмасова (стандарт)
Довжина монтажної частини, мм: XX4 – 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 160, 180, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000 XX5 – 60, 80, 100, 120, 160, 180, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000	Довжина кабельного виводу (XX4), м: 0.2 – 0.2 м (стандарт) Не вказано – за замовленням

X ДТП XXX – X.XX.X / X.XX.X.Ex-X

Кількість чутливих елементів: Не вказано - 1 чутливий елемент – стандарт 2 – 2 чутливих елементи	Температурний клас у маркуванні захисту від вибуху: T1 – не більше 425 °C T2 – не більше 275 °C T3 – не більше 195 °C T4 – не більше 130 °C T5 – не більше 95 °C T6 – не більше 80 °C
Номинальна статична характеристика: K – XA (хромель-алюмель) L – XK (хромель-копель)	Вибухозахисне виконання: Ex – маркування захисту від вибуху Не вказано – загальне виконання (стандарт)
Конструктивне виконання: XX4 – з кабельним виводом XX5 – з комутаційною головою	Вибухозахисне виконання: Ex – маркування захисту від вибуху Не вказано – загальне виконання (стандарт)
Виконання робочого спая відносно корпусу: 0 – ізолюваний 1 – неізолюваний	Екрановані кабельні виводи (XX5): K – з екраном Не вказано – без екрану
Діаметр термоелектроду: 0 – 0.5 мм (стандарт для XX4) 1 – 0.7 мм (стандарт для XX5) 2 – 1.2 мм 3 – 3.2 мм	Довжина кабельного виводу (XX4): 0.2 – 0.2 м (стандарт) Не вказано – за замовленням
Виконання комутаційної головки (для XX5): 0 – пластмасова 1 – металева	Довжина монтажної частини, мм: XX4 – 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 160, 180, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000 XX5 – 60, 80, 100, 120, 160, 180, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

Матеріал захисної арматури (для XX5): Для ДТП Для ДТПК
0 – сталь 12X18H10T (-200...+600°C) 0 – сталь 12X18H10T (-200...+800°C) 1 – сталь 08X20H14C2 (-200...+900°C) 2 – сталь 15X25T (-200...+1000°C) 3 – кераміка МКРч (-200...+1100°C) 4 – сталь ХН45Ю (-200...+1100°C)

Захисні гільзи для термоперетворювачів

G3.X.X.X.L

Умовний тиск P _y , МПа: 16 – 16 МПа 25 – 25 МПа	Довжина монтажної частини, мм: 60, 80, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000
Різьба для кріплення зовнішня М: 1 – M20x1.5 2 – M27x2 3 – G1/2 4 – R1/2 5 – M33x2 6 – G3/4	Різьба для кріплення внутрішня М1: 1 – M20x1.5 2 – M27x2 3 – G1/2 4 – R1/2 5 – M33x2 6 – G3/4

Бобишки

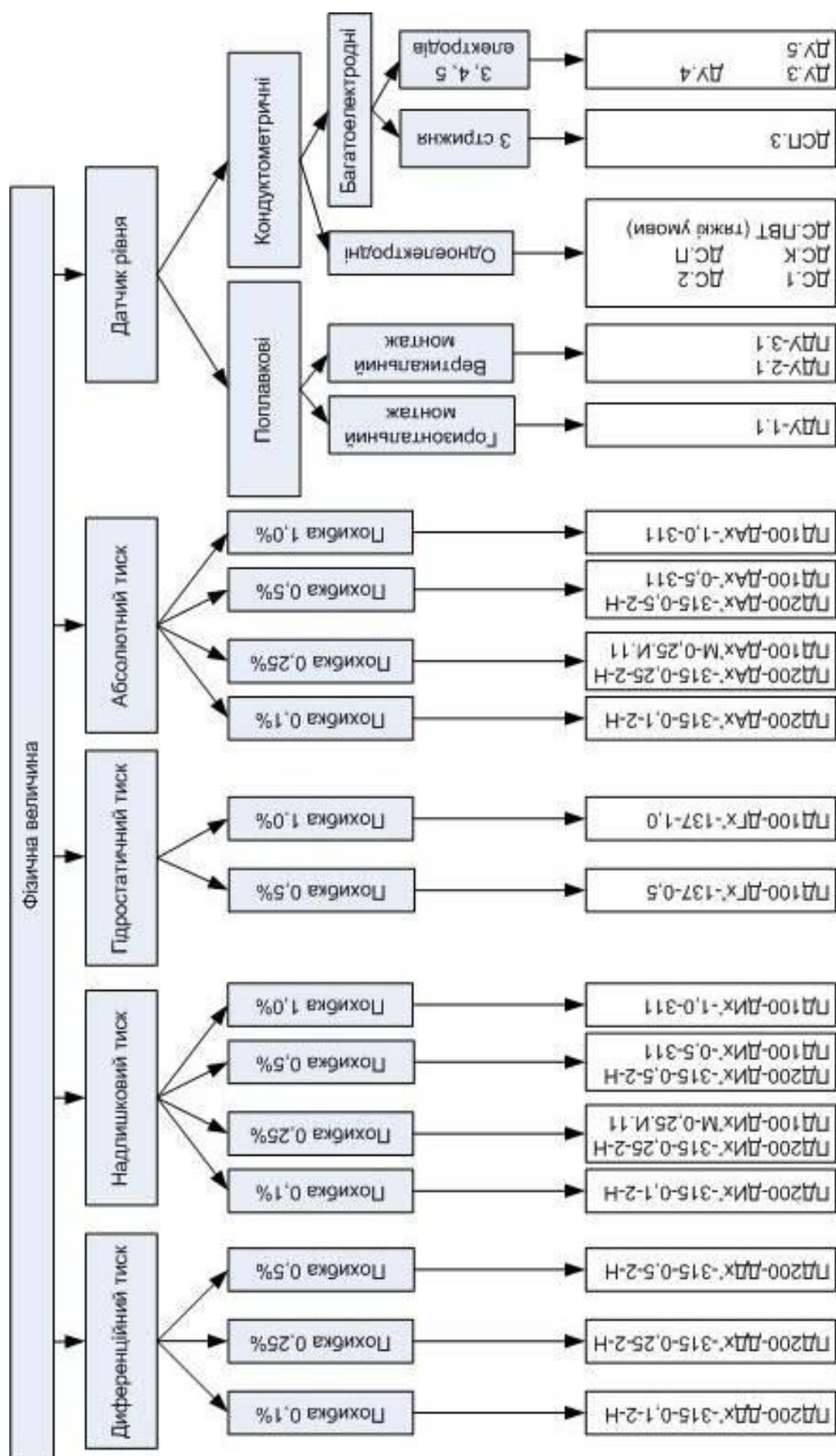
B.X.X.L.X

Тип бобишки: П – пряма У – кутова	Матеріал виконання: 1 – сталь 20 2 – сталь 12X18H10T
Різьба для кріплення: M20x1.5	Різьба для кріплення: M20x1.5 M27x2
Висота: 40 – 40 мм 60 – 60 мм	Внутрішній діаметр: 8.5 мм, 10.5 мм, 21.5 мм

Штуцер рухомий

ШМ X.X

Позначення давачів температури загального виконання



Позначення давачів тиску

3 РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБ'ЄКТА

Основними показниками надійності елементів і систем автоматики являють час заробітку на відмову і вірогідність безвідмовної роботи.

З'єднання елементів САУ з урахуванням відмови системи при виході з ладу одного з них, варто вважати послідовним. Вихідною кількісною оцінкою для розрахунку надійності автоматичних систем являється інтенсивність відмов їхніх окремих елементів, котрі визначаються по спеціальних таблицях, що створені на основі статистичних даних експлуатації устаткування.

Інтенсивність відмов (λ_{Σ}) САУ визначається таким чином

$$\lambda_{\Sigma} = K \sum_{i=1}^n \lambda_i, \quad (3.1)$$

де λ_i - значення інтенсивності відмов i -го елемента (таблиці Б.1, Додатка Б).

K - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив навколишнього середовища:

для лабораторних умов $K = 1$;

для стаціонарних установок $= 10 \dots 15$;

для мобільних агрегатів $= 25 \dots 30$.

Час наробітку на відмову ($T_{\text{нар}}$) являється величиною, оберненою значенню інтенсивності відмов САУ

$$T_{\text{нар}} = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} \quad (3.2)$$

Вірогідність безвідмовної роботи підпорядковується експоненціальному закону і визначається таким чином:

для окремого елемента

$$p_i(t) = e^{-\lambda_i t_x}$$

для всієї системи

$$p_{\Sigma}(t) = e^{-\lambda_{\Sigma} t_x}, \quad (3.3)$$

де t_x - час роботи, для якого визначаються параметри надійності (звичайно приймають $t_x = 1000$ ч., або з умови $t \leq T_{\text{нар}}$).

Розв'язання цієї задачі варто почати з вибору по таблиці 3.2 значень інтенсивності відмов елементів, що входять у САУ, що показано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - розрахунок надійності САУ

Елемент САУ	Кіль- кість	Інтенсивність відмов $\lambda, \cdot 1/\text{год} \cdot 10^{-3}$	
		Одного елемента	Групи елементів

Потім за формулами (3.1–3.3 визначають основні параметри надійності САУ.

Для нормально функціонуючих систем автоматики значення показників їхньої надійності орієнтовно можуть знаходитися в наступних межах:

інтенсивність відмов

$$\lambda_{\Sigma}=0,8 \cdot 10^{-6} - 50 \cdot 10^{-6} 1/\text{год.};$$

час наробітку на відмову

$$T_{\text{нар}}=320 - 20000 \text{ год};$$

вірогідність безвідмовної роботи

$$P(t)=0,75 - 0,999.$$

Таблиця 3.2 - Значення інтенсивності відмов елементів систем автоматичного керування

Найменування елементів	Інтенсивність відмов одного елемента, $\lambda, 1/\text{год} \cdot 10^{-6}$
Магнітний пускач	0,01
Нагрівальний елемент теплового реле	0,0022
Механічна система теплового реле	0,0022
Автоматичний вимикач	0,00022
Запобіжник плавкий	0,00056
Проміжне реле	0,007
Реле часу	0,0909
Трансформатор	0,032
Кнопка керування	0,0009
Кінцевий вимикач	0,014
Резистор	0,006
Лампа сигнальна	0,001
Діод напівпровідниковий	0,007
Тріод напівпровідниковий	0,010
Тиристор	0,0018
Стабілітрон	0,00019
Тензорезистор	0,008
Тахометр	0,0004
Термістор	0,0008
Перетворювач вологості	0,005
Перетворювач температури	0,0045
Перетворювач рівня	0,356
Перетворювач тиску	0,005
Батарея	0,0074
Котушка індуктивності	0,000021
Комутаційний устрій	0,028
Конденсатор паперовий	0,0018
Конденсатор керамічний	0,0015
Конденсатор слюдяний	0,0016
Конденсатор електролітичний	0,04
Рознімне сполучення	0,0455
Транзисторні логічні пристрої Т101 - Т104	0,001
Транзисторні логічні елементи Т401, Т402	0,005
Електронні мости	0,6849
Електронні потенціометри	0,641
Вторинний прилад диф. трансформаторної системи	0,1818
Газоаналізатор	0,2137
Задатчик	0,0089
Виконавчі механізми	0,0029
Регулятори температури прямої дії	1
Регулятори електронні	0,05
Елементи нагрівальні	0,000025
Електродвигуни, сельсини	0,15

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування / Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
2. Бородин И.Ф., Недилько Н.М. Автоматизация технологических процессов. - М.: Агропромиздат, 1986. – 368 с.
3. Бохан Н.И., Фурунжиев Р.И. Основы автоматики и микропроцессорной техники: Учеб. пособие. - Мн.: Ураджай, 1987.-376 с.: ил.
4. Діордієв В.Т. Автоматизація процесів виробництва комбікормів в умовах реформованих господарств АПК/ В.Т. Діордієв. –Сімферополь, Доля – 2004 – 136 с.
5. Діордієв В.Т. Конспект лекцій з дисципліни «Автоматизовані системи управління технологічними процесами»/ В.Т. Діордієв. – ТДАТУ : Мелітополь – 2018 – 90 с.
6. Мартыненко И.И., Лысенко В.Ф. Проектирование систем автоматики. – М.: Агропромиздат, 1990. – 243 с.
7. Мартиненко І.І. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК / І.І. Мартиненко, В.П. Лисенко, Л.П. Тищенко, І.М. Болот, П.В. Олійник. – К., 2008. – 330 с.
8. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие / Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 368 с.
9. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка / Ю. Н. Федоров. М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 928 с.
10. ВАТ "Амітрон-ЕК" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.amitron-ek.ru>
11. ВАТ «Електросвіт». Компоненти автоматики та телемеханіки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.es.ua/ua/>
12. ВАТ "Промфактор" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.promfactor.ua
13. Компанія «ОВЕН». Обладнання для автоматизації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.owen.ru>.
14. Номенклатурний перелік «АСКО-УКРЕМ» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.asko.ua
15. Об'єднання «СВ Альтера». Електроніка та автоматизація. Продукція [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.svaltera.ua/catalog/>
16. Офіційна сторінка компанії АКОН [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.akon.com.ua>
17. Представництво Danfoss [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://danfoss.net.ua/products>

