

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

**ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА «АВТОМАТИЗАЦІЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ  
«ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ» НАВЧАЛЬНОЇ  
ДИСЦИПЛІНИ “ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ-2”**

для студентів напрямку підготовки “ Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології ”  
по спеціалізації «Автоматизація хіміко-технологічних процесів і виробництв»



Київ  
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»  
2017

Методичні вказівки до практичних занять з кредитного модуля «Електричні системи керування» навчальної дисципліни “ Технічні засоби автоматизації – 2” для студентів напрямку підготовки “ Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології ” по спеціалізації «Автоматизація хіміко-технологічних процесів і виробництв» [Текст] / Укладач, В. М. Ковалевський, // – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 60 с.

*Гриф надано Методичною і Вченою радою ІХФ  
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»*

*Протокол № 3 від “ 24 ” квітня 2017 р.*

Навчальне видання

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ  
«ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ» НАВЧАЛЬНОЇ  
ДИСЦИПЛІНИ “ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ-2”**

для студентів напрямку підготовки “ Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології ”  
по спеціалізації «Автоматизація хіміко-технологічних процесів і виробництв»

Укладач: *Ковалевський Валерій Михайлович*, канд. техн. наук, доцент.

Відповідальний

за випуск: *А. І. Жученко*, док. техн. наук, професор.

Рецензент: *Т. Б. Шилович*, канд. техн. наук, доцент.

## З М І С Т

	Стор.
1. Загальні зведення до практичних занять з навчальної дисципліни “ Технічні засоби автоматизації – 2” .....	4
2. Типовий технологічний процес хімічного реактора .....	8
3. Схема автоматизації технологічного процесу хімічного реактора .....	12
4. Дистанційне керування електромоторами технологічного обладнання .....	19
5. Принципова електрична схема для дистанційного керування живленням електромоторів .....	22
6. Система аварійного захисту електромоторів у насосів .....	26
7. Технологічні блокування системою аварійного захисту .....	32
8. Приклад монтажно-комутаційної схеми до системи дистанційного управління електромотором з аварійним захистом і технологічним блокуванням .....	39
9. Додатки методичних вказівок: .....	46
<u>Додаток 9.1.</u> Приклад специфікації на технічні засоби до схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора ..	46
<u>Додаток 9.2.</u> Приклад специфікації на технічні засоби до принципової електричної схеми дистанційного управління електромотором М1 з системою аварійного захисту і технологічних блокувань у аварійних ситуаціях .....	54
<u>Додаток 9.3.</u> Приклад специфікації на технічні засоби до принципової електричної схеми системи дистанційного управління електромоторами М1, М2, М3 .....	59

## 1. Загальні зведення до практичних занять з навчальної дисципліни “Технічні засоби автоматизації – 2”

Кредитний модуль навчальної дисципліни “Технічні засоби автоматизації – 2” направлено на підготовку бакалавра, як випускника вищого навчального закладу з якостями навчання за циклом професійної підготовки згідно до спеціалізації із забезпеченням професійної компетентності та змістовної підготовки до таких видів діяльностей:

- **Проектно-конструкторської діяльності** зі здатностями до участі в розробці технічної документації при проектуванні схем автоматизації відповідно діючим стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам та уміннями проектувати схеми до проектів з автоматизації хіміко-технологічних процесів на виробництвах;
- **Виробничо-технологічної діяльності** зі здатностями до розробок схем по забезпеченню і виконанню монтажу технічних засобів систем автоматизації згідно відповідних принципових електричних систем керування;
- **Організаційно-управлінської діяльності** зі здатностями до організації та виконанню проектно-конструкторської діяльності;
- **Науково-дослідної діяльності** зі здатностями до осмислювання і обробки науково-технічної інформації по сучасних технічних засобах автоматизації хіміко-технологічних процесів.

Практичні заняття з кредитного модуля навчальної дисципліни “Технічні засоби автоматизації - 2” забезпечують бакалаврам навчання до вище вказаних видів діяльностей та формують такі уміння:

- уміння застосовувати електричні та мікропроцесорні регулятори для реалізації стандартних законів регулювання;
- уміння виконувати підбір електромагнітних пристроїв до відповідних принципових електричних схем та їх застосування у схемах комутації електричних ланцюгів керування, сигналізації, блокувань і захисту ;

- уміння і знання з розробки принципових електричних схем до дистанційного керування електромоторами технологічного обладнання, по системах аварійного захисту і технологічних блокувань в аварійних ситуаціях та при запуску або зупинки процесу технологічного апарату.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми (ОПП бакалавр) студенти після засвоєння матеріалів на практичних заняттях з кредитного модуля навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

- знання з роботи технічних засобів автоматизації в електричних системах керування;

- знання по конструкціях і роботі різних видів електричних виконавчих механізмів регулюючих пристроїв;

- знання основних типових схем керування електричним виконавчим механізмом, де використовується електромотор постійного струму або змінного струму;

- уміння виконувати розробки і побудову принципових електричних схем до систем керування у схемах автоматизації технологічних процесів;

- уміння розробляти принципові електричні схеми з прискореним режимом спрацьовування або з режимом затримки перемикання контактів електромагнітних пристрів у відповідних виробничих ситуаціях;

- уміння виконувати аналіз впливу підключених пристроїв до появи похибок сигналів у ланцюгах електричних схем системи керування;

- уміння виконувати підключення ланцюгів між технічними засобами у схемах до контурів контролю і регулювання по принциповим електричним схемам і структурним монтажно-комутаційним схемам.

- практичний досвід з розв'язування інженерно-технічних задач з проектування відповідно до стандартів принципових електричних схем до систем керування;

- практичний досвід виконувати розробки принципових електричних схем до систем дистанційного керування електромоторами технологічного

обладнання, по системах технологічної сигналізації та системах аварійного захисту і технологічних блокувань;

- практичний досвід по розробкам монтажно-комутаційних схем до електричних систем з дистанційного керування роботою електродвигунів, з аварійного захисту електродвигунів у аварійних ситуаціях та відповідних технологічних блокувань при веденні технологічного процесу.

Таблиця 1.

№ з/П	Теми практичних занять та перелік завдань на СРС
1	<p><i>Правила побудови принципів електричних схем дистанційного керування включенням і виключенням живлення електродвигуна насосів.</i></p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Розробка принципової електричної схеми дистанційного керування включенням і виключенням живлення електродвигунів насосів.</p>
2	<p><i>Правила побудови принципів електричних схем аварійного захисту електродвигунів на прикладі відцентрових насосів.</i></p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Розробка принципової схеми аварійного захисту електродвигунів з насосів до завданого технологічного процесу.</p>
3	<p><i>Правила побудови принципів електричних схем до технологічних блокувань у аварійних ситуаціях.</i></p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Розробка принципової схеми з технологічних блокувань до відповідної схеми автоматизації процесу.</p>
4	<p><i>Методика та особливості налаштування мікропроцесорного приладу ІТМ-11 до виконання дискретних задач у схемах автоматизації.</i></p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Розробка принципів схем підключення приладу ІТМ-11 до відповідних електричних принципів схем.</p>
5	<p><i>Правила побудови відповідних принципів електричних схем з ІТМ-11 для системи аварійного захисту і технологічних блокувань.</i></p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Розробка принципів схем підключення приладу ІТМ-11 до відповідних електричних принципів схем.</p>
6	<p><i>Правила побудови монтажно-комутаційних схем до відповідних принципів електричних схем з дистанційного керування електродвигунами.</i></p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Розробка монтажно-комутаційної схеми.</p>
7	<p><i>Правила побудови монтажно-комутаційних схем до відповідних принципів електричних схем системи аварійного захисту.</i></p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Розробка монтажно-комутаційної схеми.</p>
8	<p><i>Правила побудови монтажно-комутаційних схем до відповідних принципів електричних схем з технологічних блокувань.</i></p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Розробка монтажно-комутаційної схеми.</p>
9	<p><i>Правила побудови монтажно-комутаційних схем до відповідних принципів електричних схем до підключення мікропроцесорних регуляторів.</i></p> <p><b>Завдання на СРС:</b> Розробка монтажно-комутаційної схеми.</p>

Згідно навчального плану практичні заняття ведуться відповідно до кредитного модуля “ Електричні системи керування ” і до завдань з виконання курсової роботи “ Технічні засоби автоматизації – 3” та завдань до СРС з практичних занять. Проведення у семестрі практичних занять по розділах і темах кредитного модуля наводиться у таблиці № 1.

Відповідно до тем з практичних занять кредитного модуля “Електричні системи керування ” студенти виконують самостійну роботу по індивідуальних завданнях до креслень ПР( Сх№ ), яки передбачають розробку комп’ютерних креслень до наступних схем:

ПР(Сх1) – принципової електричної схеми системи дистанційного керування, аварійного захисту та технологічних блокувань;

ПР(Сх2) – принципової електричної схеми для системи аварійного захисту і технологічних блокувань.

ПР(Сх3) - принципової електричної схеми для системи технологічної сигналізації;

ПР(Сх4) - монтажно-комутаційної схеми до відповідної принципової електричної схеми системи дистанційного керування і аварійного захисту та технологічних блокувань.

Нарахування балів за самостійну роботу студентів з розробки комп’ютерних креслень до схем ПР(Сх1), ПР(Сх2), ПР(Сх3) та ПР(Сх4) виконується відповідно до положення про рейтингову систему нарахування балів з оцінювання успішності навчання студентів, яка наведена у робочій програмі кредитного модуля навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації – 2».

В курсовій роботі кредитного модуля навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації – 3» передбачається розробка рішень до таких завдань:

- аналіз технологічного процесу і розробка схеми автоматизації процесу з системою аварійного захисту та технологічними блокуваннями;
- розробка принципової схеми дистанційного керування електромоторами і електроустаткуванням технологічного процесу;

- розробка принципової схеми технологічної сигналізації контрольованих параметрів процесу в об'єкті керування;
- розробка принципової схеми автоматичних блокувань для режиму пуску і зупинки технологічних апаратів;
- розробка принципової схеми аварійного захисту електромоторів насосів, мішалок, транспортерів і іншого технологічного устаткування;
- розробка монтажно-комутаційної схеми на підключення приладів і пристроїв у принципових електричних схемах;
- розробка схеми для прискорення або уповільнення спрацьовування обраної конструкції електромагнітного реле та дослідження перехідної характеристики по струму у електромагніті при спрацьовуванні електромагнітного реле;
- складання специфікацій на елементи, пристрої та прилади до розроблених принципових електричних схем.

Комп'ютерні креслення з розробки схем ПР(Сх1), ПР(Сх2), ПР(Сх3) та ПР(Сх4) на практичних заняттях є ескізами до відповідних креслень у курсовій роботі кредитного модуля навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації – 3».

Далі для прикладів з розробки принципових електричних схем та монтажно-комутаційних схем буде використана схема автоматизації технологічного процесу хімічного реактора, як типового апарату на хімічних виробництвах.

## **2. Типовий технологічний процес хімічного реактора**

Схема до системи автоматизації процесів на хімічному виробництві будується на основі завданих технологічних схем процесів у апаратах. Стан технологічного процесу та якість роботи технологічного апарату на будь якому виробництві характеризують:



- **продуктивність технологічного процесу**, тобто скільки отримуємо продукції на виході з апарату і який може працювати у режимі **min** продуктивності, робочої продуктивності та **max** продуктивності (навантаження);
- **набір технологічних параметрів** значення, яких у часі відображають стан і хід технологічного процесу у апараті згідно відповідного технологічного регламенту на виробництво.

На технологічний процес у апараті, як на об'єкт керування постійно діють збурюючі впливи, які умовно підрозділяються на такі види:

- **зовнішні збурення** – це, наприклад, зміна дня і ночі, зміна у часі параметрів повітря зовнішнього середовища (температура, вологість, тиск та швидкість), які впливають на загублення тепла з поверхні корпусу технологічного апарату; зміна параметрів у потоків сировини на вході у апарат (температура, концентрація, вологість, густина та інші);
- **внутрішні збурення** – це зміна, наприклад, у часі активності каталізатору до хімічної реакції, старіння каталізатору або забруднення, виникнення плівки накипу на поверхнях нагрівання та таке інше.

У наборі технологічних параметрів апарату, як об'єкта керування також є один або декілька параметрів, які для регулювання технологічного процесу змінюються відповідно до вимог технологічного регламенту на процес у апараті. Значення цих регульовальних параметрів залежать від стану параметрів збурення, які впливають на тепловий та матеріальний баланс процесу у технологічному апараті.

Далі розглянемо методику і техніку побудови схеми до системи автоматизації на прикладі процесу у типовому технологічному апараті – **хімічний реактор** який, як відомо, широко використовується у багатьох хімічних виробництвах, харчових виробництвах, у виробництвах медичних препаратів та у інших виробництвах.

У хімічному реакторі завжди змішуються декілька потоків сировини або хімічних реагентів. При змішуванні потоків у хімічному реакторі встановлюється екзотермічний або ендотермічний технологічний процес. Для екзотермічного процесу технологічний регламент з процесу передбачає охолодження маси суміші у об'єму реактора, а для ендотермічного процесу навпаки – нагрівання об'єму суміші. Технологічна схема до хімічного реактора з екзотермічним процесом може бути такою, як це показано на рис. 1, а для хімічного реактора з ендотермічним процесом, може бути технологічна схема процесу такою, як це показано на рис. 2.

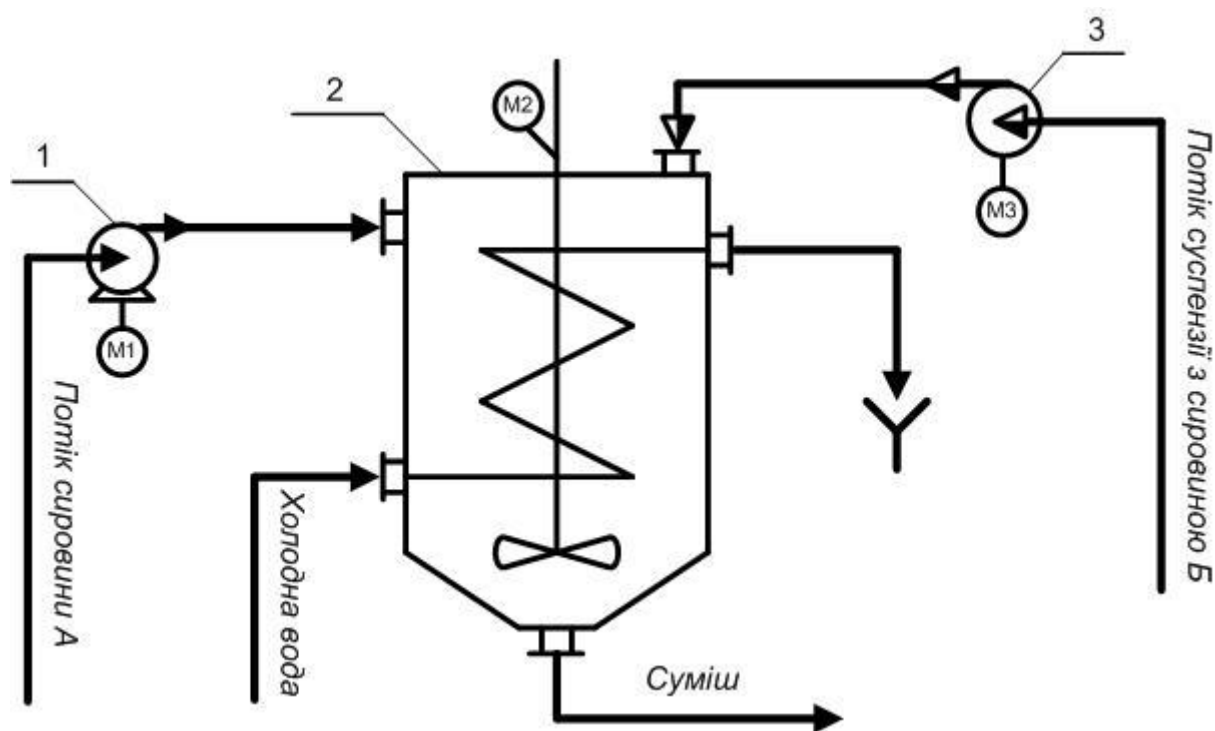


Рис. 1. Технологічна схема хімічного реактора зі змішування двох потоків сировини з екзотермічним технологічним процесом: 1 – відцентровий насос сировини А; 2 – хімічний реактор з трубчастим теплообмінником; 3 – ротаційний насос сировини Б.

По технологічних схемах конструкцій реакторів рис. 1 та рис. 2 легко бачити, що теплообмінні поверхні у апаратах використовуються для підтримки постійного значення температури суміші на виході з реактора відповідно до вимог технологічного регламенту на процес. Температура суміші на виході реактора зі схемою рис.1 підтримується за рахунок змінювання на вході у теплообмінник витрати холодної води, а у реактора зі схемою процесу рис. 2

відповідно змінюванням витрати пари на вході у об'єм поверхневого теплообмінника.

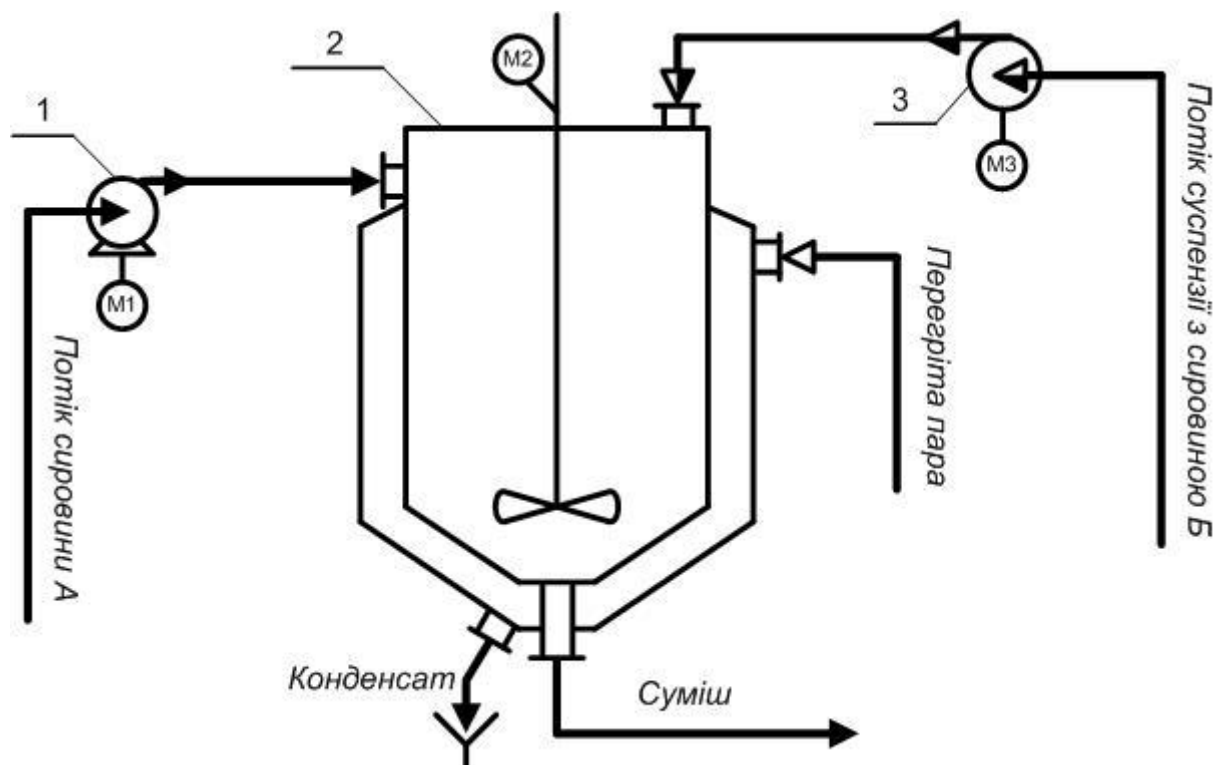


Рис. 2. Технологічна схема хімічного реактора зі змішування двох потоків сировини з ендотермічним технологічним процесом: 1 – відцентровий насос сировини А; 2 – хімічний реактор з поверхневим теплообмінником; 3 – ротаційний насос сировини Б.

Схема автоматизації будь якого технологічного процесу представляє собою набір контурів контролю та регулювання параметрів процесів у апаратах, які входять до складу технологічної схеми з хімічного виробництва. Повну схему автоматизації до усіх апаратів зі схеми виробництва можна проектувати при допомозі типових функціональних схем з контролю, регулювання, сигналізації та дистанційного керування відповідно до ГОСТ 2.780, ГОСТ 2.780, ГОСТ 2.788, ГОСТ 2.789, ГОСТ 2.790 та ГОСТ 2.795, а комунікації технологічні відповідно до властивостей транспортованих у них середовищ – ГОСТ 14202 та ГОСТ 2.784.

Типові схеми контурів контролю та регулювання до схеми автоматизації розглянемо на прикладі об'єкту автоматизації – технологічний процес хімічного реактора, у якому змішуються потік сировини А та потік суспензії сировини Б з нагріванням реакційної маси суміші перегрітим паром (рис.3).

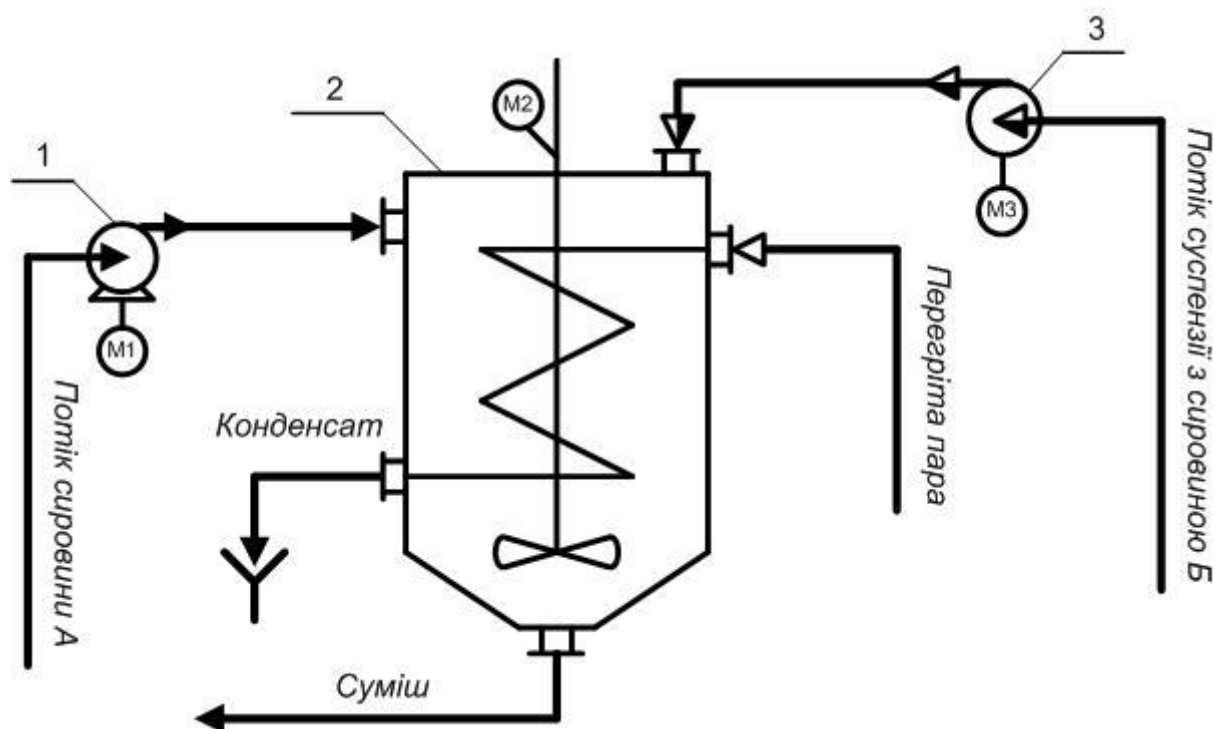


Рис. 3. Технологічна схема об'єкта автоматизації для побудови типових схем контурів контролю і регулювання: 1 – відцентровий насос сировини А; 2 – хімічний реактор з трубчастим теплообмінником; 3 – ротаційний насос сировини Б.

При змішуванні сировини А з сировиною Б у хімічному реакторі виникає ендотермічна реакція і для підтримки температурного режиму даної реакції у трубчастий теплообмінник подається перегріта пара. Суміш з хімічного реактора подається далі у наступний технологічний апарат згідно технологічної схеми виробництва.

### 3. Схема автоматизації технологічного процесу хімічного реактора

Повна схема системи автоматизації технологічного процесу хімічного реактора у роботі [1] побудована на основі типових схем контролю і керування технологічними параметрами об'єкту автоматизації. Схема системи автоматизації на рис. 4 має контури контролю і регулювання, які забезпечують ведення технологічного процесу у хімічному реакторі по змішуванню потоку сировини А та потоку суспензії сировини Б з отриманням заданої якості рН суміші на виході з реактора відповідно до вимог технологічного регламенту на процес. Суміш виготовляється з сировини А та Б і супроводжується ендотермічною хімічною реакцією з температурою, яка підтримується за

рахунок тепла від пари, яка подається у теплообмінник, розташований у корпусі реактора. На початку проходження ендотермічної хімічної реакції важне значення має температура сировини А на вході у реактор. Контроль температури сировини А забезпечує контур контролю у такому складі технічних засобів:

- первинний вимірювальний перетворювач температури (поз. 1-1) виробляє фізичний сигнал пропорційний значенню температури, який передається на пристрій (поз. 1-2) для дистанційної передачі до пульта керування;
- технічний засіб (поз. 1-2) забезпечує передачу сигналу від місця монтажу вимірювача температури до місця розташування виробничого приміщення з пультом керування;
- на пульті керування прилад (поз. 1-3) показує значення температури потоку сировини А і блок сигналізації приладу контролює відхилення значення температури сировини А за мінімальне допустиме значення, на що вказує літера *L* (поз. 1-3).

Коли температура сировини А на вході у реактор стає менше допустимого значення, яке налаштовано у блоку сигналізації, прилад (поз. 1-3) формує дискретний сигнал, відповідно до якого спрацьовує електромагнітне реле (поз. КМ1) і вмикає на пульті керування попереджувальну сигналізацію у вигляді сигнальної лампочки жовтого кольору *HL1*.

При веденні технологічного процесу у хімічному реакторі потрібно підтримувати заданий рівень суміші для забезпечення належного теплообміну між перегрітою парою і масою суміші, яка заповнює об'єм апарату. Вимірювач рівня (поз. 2-1) передає сигнал по місцю на прилад, який показує значення рівня у реакторі, а також сигналізує відхилення рівня за мінімальне значення *L*, яке потрібно налаштовувати у блоку сигналізації (поз. 2-2). Регулятор рівня (поз. 2-3) підтримує заданий рівень у реакторі при допомозі регулювального клапану (поз. 2-4) на трубопроводі суміші. Також сигнал о значенні рівня у реакторі додатково подається від приладу (поз. 2-2) , як корегувальний до регулятора

витрати (поз. 3-3). Хімічний реактор при веденні технологічного процесу змішування сировини А і Б може мати такі режими роботи:

- робота з мінімальною продуктивністю, тобто при мінімальних витратах сировини А та Б;
- робочій режим, який відповідає вимогам ведення технологічного процесу по технологічному регламенту;
- робота з максимальною продуктивністю, тобто при максимальних витратах сировини А і Б.

Задана продуктивність хімічного реактору встановлюється робітниками завданням на регуляторі значенням витрати сировини А (поз. 3-3). Витрата сировини А вимірюється витратоміром (поз. 3-1), сигнал якого подається на пристрій для дистанційної передачі сигналу до регулятора витрати А (поз. 3-3) на пульті керування. Вихідний сигнал регулятора витрати (поз. 3-3) поступає на блок ручного управління (поз. 3-4) потім на перетворювач (поз. 3-5) і далі на пневматичний регулювальний клапан (поз. 3-6).

Положення виконавчого механізму і клапану (поз. 3-6) контролюється з 6-го адресу схеми автоматизації по сигналу, який подається на блок ручного управління (поз. 3-4) для показу відсотка з відкриття трубопроводу сировини А. Також блок ручного управління (поз. 3-4) забезпечує у режимах запуску і зупинки технологічного процесу відключення вихідного сигналу регулятора витрати (поз. 3-3) від регулювального клапану (поз. 3-6) і перехід на ручне управління виконавчим механізмом цього клапану.

По технологічному регламенту процесу сировина Б для змішування з сировиною А повинна поступати у хімічний реактор у відповідному співвідношенні витрат до текучого значення витрати сировини А на вході у апарат. Для забезпечення підтримки заданого співвідношення витрат сировини А і Б у схему автоматизації технологічного процесу хімічного реактора встановлено регулятор співвідношення витрат (поз. 4-3). На вхід регулятора співвідношення витрат (поз. 4-3) подаються такі сигнали:

- перший вхідний сигнал визначає витрату сировини Б, яку регулятор постійно регулює (підтримує) до завданого співвідношення у залежності від змін витрати сировини А;

- другий вхідний сигнал регулятора вказує зміни витрат сировини А, по відношенню до яких регулятор (поз. 4-3) змінює свій вихідний сигнал;

- третій вхідний сигнал відображає значення рН суміші і по цьому сигналу регулятор (поз. 4-3) автоматично корегує завдання до співвідношення витрати сировини Б до витрати сировини А.

Вихідний сигнал регулятора (поз. 4-3) поступає на блок ручного управління (поз. 4-4), на перетворювач сигналів (поз. 4-5) і далі на пневматичний регулювальний клапан (поз. 4-6). Положення виконавчого механізму і клапану (поз. 4-6) контролюється з 9-го адресу схеми автоматизації по сигналу, який подається на блок ручного управління (поз. 4-4) для показу відсотка з відкриття трубопроводу сировини Б. Також блок ручного управління (поз. 4-4) забезпечує у режимах запуску і зупинки процесу відключення вихідного сигналу регулятора (поз. 4-3) від регулювального клапану (поз. 4-6) і перехід на ручне управління виконавчим механізмом цього клапану.

Про якість суміші на виході реактора вказує значення рН, яке контролюється вимірювачем (поз. 5-1) і показується на пульті керування приладом (поз. 5-3). Сигнал про значення рН суміші подається на вхід регулятора (поз. 4-3) для автоматичного корегування завдання регулятора тобто співвідношення витрат, якщо у потоці сировини А або у суспензії сировини Б змінюється концентрація.

На вході у хімічний реактор вимірювання температури суспензії з сировиною Б забезпечує контур контролю у такому складі технічних засобів:

- первинний вимірювальний перетворювач температури (поз. 6-1) виробляє пропорційний значенню температури сировини Б фізичний сигнал, який передається у пристрій (поз. 6-2) для дистанційної передачі сигналу до пульта керування;





- технічний засіб (поз. 6-2) забезпечує передачу сигналу від місця монтажу вимірювача температури до місця розташування виробничого приміщення з пультом керування;

- на пульті керування прилад (поз. 6-3) показує значення температури сировини Б і блок сигналізації приладу одночасно контролює відхилення значення температури сировини Б за мінімальне допустиме значення, на що вказує літера *L* (поз. 6-3) і якщо температура на вході у реактор стає менше допустимого налаштованого значення блок з сигналізації у приладі формує дискретний вихідний сигнал, відповідно до якого спрацьовує електромагнітне реле (поз. КМ2), яке вмикає на пульті керування попереджувальну сигналізацію у вигляді сигнальної лампочки жовтого кольору *HL2*.

Для процесу змішування сировини А з сировиною Б у хімічному реакторі по технологічному регламенту передбачено постійна температура для суміші на виході з реактора. Контур з регулювання температури суміші на виході реактора використовує наступні технічні засоби контролю і регулювання:

- первинний вимірювальний перетворювач температури (поз. 7-1) виробляє фізичний сигнал, пропорційний змінам значення температури суміші;

- технічний засіб (поз. 7-2) забезпечує дистанційну передачу сигналу про температуру суміші на відстань до пульту керування;

- регулятор температури (поз. 7-3) з налаштованим блоком сигналізації на значення температури суміші ( максимум *H* і мінімум *L*);

- блок ручного управління (поз. 7-4) у автоматичному режимі роботи пропускає вихідний сигнал від регулятора температури (поз. 7-3) на виконавчий механізм регулювального клапану (поз. 7-6), а при пусках і зупинках технологічного процесу змішування сировини А з сировиною Б, блок (поз. 7-4) використовується у ручному режимі формування сигналу для виконавчого механізму регулювального клапану;

- перетворювач сигналу (поз. 7-5) вхідний електричний сигнал від автоматичного регулятора або блоку ручного управління перетворює у

пневматичний стандартний керуючий сигнал, який подається на виконавчий механізм пневматичного регулювального клапану.

Положення виконавчого механізму і регулювального клапану (поз. 7-6) контролюється з 13-го адресу схеми автоматизації по сигналу, який подається на блок ручного управління (поз. 7-4) для показу відсотка з відкриття трубопроводу перегрітої пари.

Контур для дистанційного управління роботою електромотора М1 насосу на трубопроводі сировини А забезпечує дистанційне вмикання і вимикання живлення. Вмикання живлення електромотора М1 відцентрового насосу на трубопроводі сировини А виконується при допомозі нормально розімкнутого контакту кнопки «ПУСК» (поз. **SB2**). При натисканні даної кнопки подається струм на електромагніт магнітного пускача МП1, що викликає замикання контактів пускача, через які подається силове живлення на електромотор М1. Також при натисканні кнопки **SB2** вмикається сигнальна лампочка **HL4** зеленого кольору, яка вказує на подачу живлення до електромотора М1.

Вимикання живлення електромотора М1 виконується при допомозі нормально замкнутого контакту кнопки «СТОП» (поз. **SB1**). При натисканні даної кнопки роз'єднуються контакти і ланцюг для струму на електромагніт магнітного пускача МП1, що викликає розмикання контактів магнітного пускача, через які подавалось трьохфазне живлення на електромотор М1. Також при натисканні кнопки **SB1** вмикається сигнальна лампочка **HL3** червоного кольору, яка вказує на відключення живлення електромотора М1.

Кнопка **SB3** має назву «СТОП» та **SB4** має назву «ПУСК» і вони при допомозі магнітного пускача МП2 забезпечують вимикання та вмикання живлення електромотора М2 у приводу змішувача реактора. У позначенні кнопки **SB3** та **SB4** присутня літера А, яка вказує на сигналізацію у вигляді підсвічування кнопки червоним кольором і відповідно зеленим кольором.

Вмикання живлення електромотора М3 ротаційного насосу на трубопроводі потоку суспензії з сировиною Б виконується при допомозі нормально розімкнутого контакту кнопки «ПУСК» (поз. **SB6**). При натисканні

даної кнопки подається струм на електромагніт магнітного пускача МПЗ і виникає замикання контактів пускача, через які подається живлення на електромотор МЗ. Також при натисканні кнопки **SB6** вмикається сигнальна лампочка **HL6** зеленого кольору, яка вказує на подачу живлення до електромотора МЗ.

Вимикання живлення електромотора МЗ виконується при допомозі нормально замкненого контакту кнопки «СТОП» (поз. **SB5**). При натисканні даної кнопки роз'єднуються контакти і ланцюг для струму на електромагніт магнітного пускача МПЗ, що викликає розмикання контактів магнітного пускача, через які подавалось силове живлення на електромотор МЗ. Також при натисканні кнопки **SB5** вмикається сигнальна лампочка **HL5** червоного кольору, яка вказує про відключення живлення електромотора МЗ.

В контурах для дистанційного управління електромоторами М1, М2 та МЗ використовуються вимикачі SA1, SA2 та SA3 при допомозі, яких відключаються від живлення відповідні ланцюги до магнітних пускачів МП1, МП2 та МП3 для проведення ремонтних робіт з електромоторами насосів чи змішувача, або інших робіт при веденні технологічного процесу.

#### **4. Дистанційне керування електромоторами технологічного обладнання**

На рис. 4 зі схемою автоматизації технологічного процесу хімічного реактора показані зображення контурів для дистанційного керування електромоторами технологічного обладнання.

Виділимо з рис. 4 схеми контурів дистанційного керування електромоторами які забезпечують дистанційне вмикання і вимикання живлення та сигналізацію про стан подачі або вимикання живлення до електромоторів (див. рис. 5).

Вмикання живлення електромотора **М1** відцентрового насосу на трубопроводі сировини А (рис. 5) виконується при допомозі нормально розімкнутого контакту кнопки «ПУСК» (поз. **SB2**). При натисканні даної

кнопки подається струм на електромагніт магнітного пускача **МП1** і виникає спрацювання електромагніту з відповідним замиканням контактів пускача, через які подається струм трьохфазного живлення на електромотор **М1**. Також при натисканні кнопки **SB2** вмикається сигнальна лампочка **HL2** зеленого кольору, яка вказує на подачу живлення до електромотора **М1**.

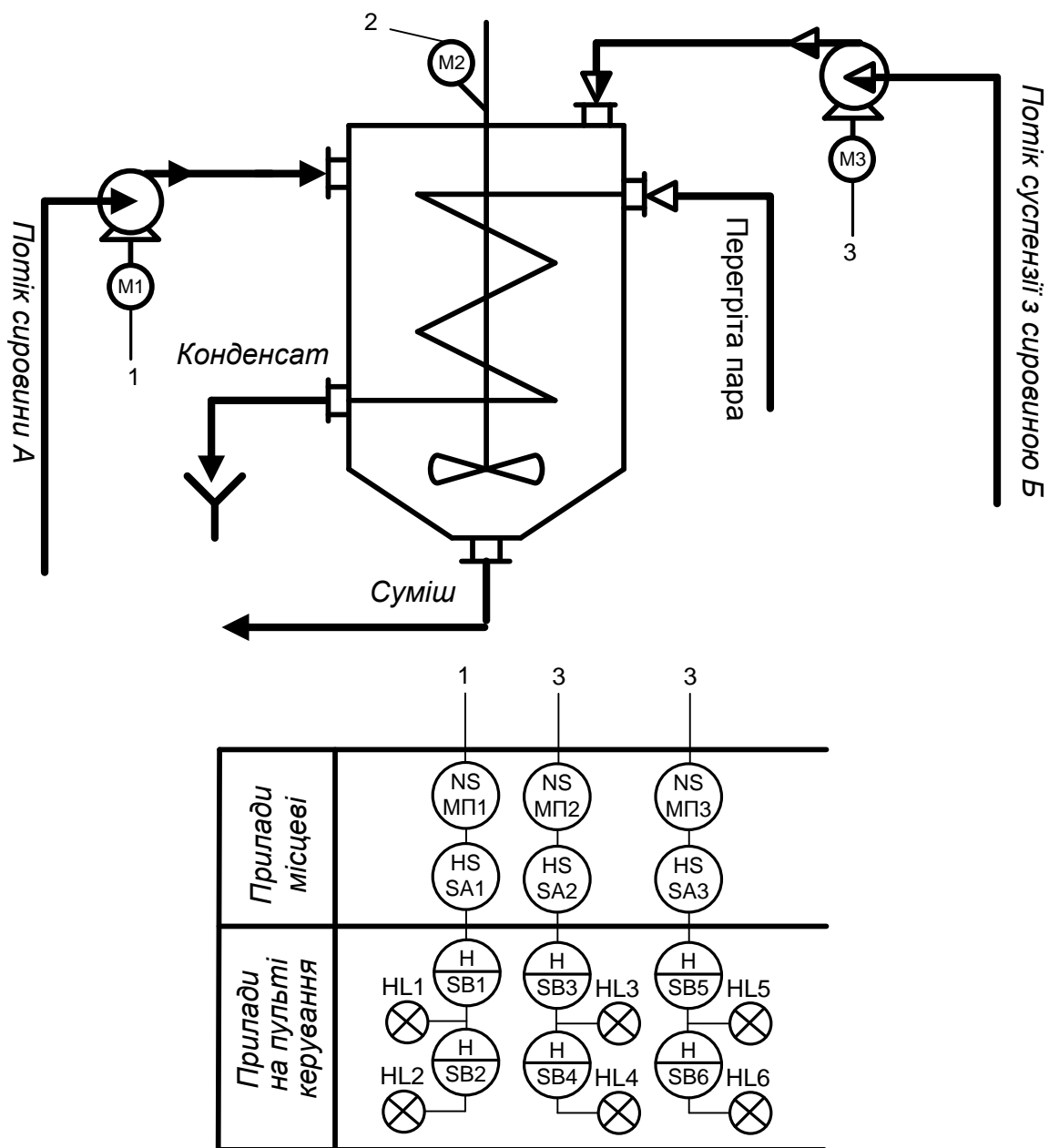


Рис.5. Типова функціональна схема контурів з дистанційного керування електромоторами.

Вимикання живлення електромотора **М1** виконується при допомозі нормально замкнутого контакту кнопки «СТОП» (поз. **SB1**). При натисканні даної кнопки роз'єднуються контакти кнопки, що викликає роз'єднання

ланцюгу для струму на електромагніт магнітного пускача **МП1**. Електромагніт пускача відключається від живлення, що створює перемикання контактів, тобто виникає розмикання контактів пускача, через які подавалась напруга живлення на електромотор **М1**. Також при натисканні кнопки **SB1** вмикається сигнальна лампочка **HL2** червоного кольору, яка вказує на вимикання живлення електромотора **М1**.

Кнопка **SB3** має назву «СТОП», а кнопка **SB4** має назву «ПУСК» і вони при допомозі магнітного пускача **МП2** забезпечують вимикання та вмикання живлення електромотора **М2**.

Вмикання живлення електромотора **М3** ротаційного насосу на трубопроводі потоку суспензії з сировиною Б виконується при допомозі нормально розімкнутого контакту кнопки «ПУСК» (поз. **SB6**). При натисканні даної кнопки подається струм на електромагніт магнітного пускача **МП3**, що викликає перемикання контактів і виникає замикання контактів пускача, через які подається струм живлення на електромотор **М3**. Також при натисканні кнопки **SB6** вмикається сигнальна лампочка **HL4** зеленого кольору, яка вказує на подачу живлення до електромотора **М3**.

Вимикання живлення електромотора **М3** виконується при допомозі нормально замкненого контакту кнопки «СТОП» (поз. **SB5**). При натисканні даної кнопки контакти роз'єднуються і одночасно розривається ланцюг для струму на електромагніт магнітного пускача **МП3**, що викликає розмикання контактів пускача, через які подавалась напруга живлення на електромотор **М3**. Також при натисканні кнопки **SB5** вмикається сигнальна лампочка **HL5** червоного кольору, яка вказує на вимикання живлення електромотора **М3**.

Для контурів дистанційного керування електромоторами зі схеми рис. 5 далі потрібно розробити відповідні принципові електричні схеми, по яких можна побачити ланцюги з'єднань між відповідними технічними засобами для забезпечення дистанційного керування електромоторами **М1**, **М2** та **М3**.

У контурах (рис. 5) для дистанційного керування електромоторами **М1**, **М2** та **М3** використовуються перемикачі **SA1**, **SA2** та **SA3** при допомозі, яких

робітники відключають ланцюги принципової схеми керування від трьохфазної лінії живлення відповідно до магнітних пускачів **МП1**, **МП2** та **МП3** для виконання профілактичних робіт з елементами електричної схеми або ремонтних робіт з електромотором чи з аварійним насосом.

## **5. Принципова електрична схема для дистанційного керування живленням електромоторів**

На схемі (рис. 5) показано, як функціонально побудовані контури дистанційного керування електромоторами технологічного процесу хімічного реактора. Для контурів зі схеми (рис. 5) необхідно розробити принципову електричну схему дистанційного керування електромоторами **М1**, **М2** та **М3**.

Креслення принципової електричної схеми дистанційного керування електромоторами **М1**, **М2** та **М3** *розробляється з урахуванням таких правил:*

1). Принципова електрична схема дистанційного керування електромоторами складається і рисується у неробочому стані, тобто струм на електромагнітні пускачі **МП1**, **МП2** та **МП3** не подається і відповідно живлення для електромоторів відключено [2] ;

2). На принциповій електричній схемі потрібно показувати усі елементи які забезпечують безпеку експлуатації схеми. Такими елементами є:

- автоматичний вимикач у вигляді теплового реле яке спрацьовує на максимальне значення струму на вході до обмоток електромоторів;

- перемикачі **SA** при допомозі, яких робітники відключають ланцюги принципової схеми керування від трьохфазної лінії живлення;

- плавкі запобіжники у ланцюгу розташування кнопок за допомогою яких забезпечується вмикання і вимикання живлення на електромагнітні пускачі **МП1**, **МП2** та **МП3**;

- на кожний електричний ланцюг на принциповій електричній схемі повинно бути вказано пояснювальний напис про функціональне призначення елементів які розташовані і підключені у кожному ланцюгу [2].

Для функціональної схеми рис.5 принципова електрична схема дистанційного керування вмиканням та вимиканням живлення електромоторів може мати вигляд схеми рис. 6 з автоматичними вимикачами струму, позначеними *FP1*, *FP2*, *FP3*, *FP4*, *FP5* та *FP6*, а також плавкими запобіжниками позначеними, як *FU1*, *FU2* та *FU3*.

*Вмикання живлення електромотора М1* відцентрового насосу згідно рис. 6 на трубопроводі сировини А виконується при допомозі нормально розімкнутого контакту кнопки «ПУСК» (поз. *SB2*). При натисканні даної кнопки подається струм на електромагніт магнітного пускача *МП1* який спрацьовує і у результаті цього у пускача виникає замикання контактів *МП1-4*, *МП1-5*, та *МП1-6*, через які подається струм трьохфазного живлення на електромотор *М1*.

Також при натисканні кнопки *SB2* одночасно замикається контакт *МП1-1*, а контакт *МП1-2* розмикається, що викликає відключення сигнальної лампочки *HL1* та одночасно за допомогою контакту *МП1-3* вмикається сигнальна лампочка *HL4* зеленого кольору, яка вказує на подачу живлення до електромотора *М1*. Після відпускання кнопки *SB2* струм до магнітного пускача *МП1* подається через замкнений контакт *МП1-2*, який підключається паралельно з кнопкою *SB2*. Контакти *МП1-1* та *МП1-3* у конструкції магнітного пускача *МП1* є нормально розімкнутими контактами, що і показано на схемі рис. 6.

Також на рис. 6 показано контакт *МП1-2*, який у конструкції магнітного пускача *МП1* є нормально замкненим контактом. Зображення контактів *МП1-1*, *МП1-3* та *МП1-2* показані на схемі рис. 6 у відповідності з правилом № 1 з побудування принципової електричної схеми, вказаним вище по тексту.

У принциповій електричній схемі (рис. 6) контакти *МП1-1* та *МП1-3*, а також *МП1-4*, *МП1-5* та *МП1-6* одночасно замикаються у момент натискання кнопки *SB2* і далі залишаються замкненими після відпускання кнопки *SB2*. Контакти *МП1-2* та *МП1-3* одночасно розмикаються у момент

натискання кнопки **SB2** і далі залишаються розімкненими після відпускання кнопки **SB2**.

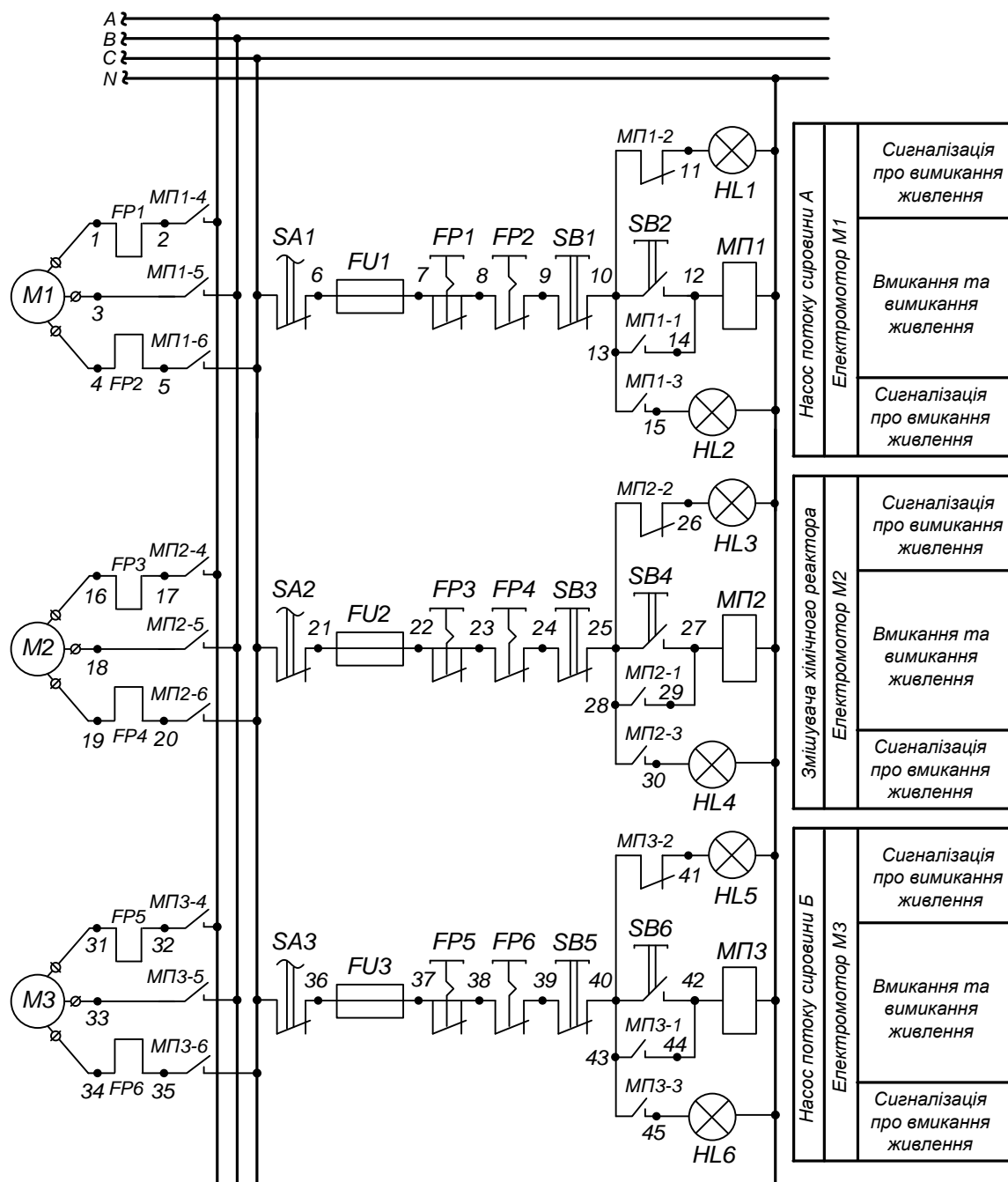


Рис. 6. Принципова електрична схема дистанційного керування електромоторами М1, М2 та М3.

**Вимикання живлення електромотора М1** виконується при допомозі нормально замкнутого контакту кнопки «СТОП» (поз. **SB1**). При натисканні даної кнопки роз'єднується ланцюг через контакт **МП1-1** для струму на електромагніт магнітного пускача **МП1**, що викликає його відключення і



одночасно розмикання контактів магнітного пускача **МП1-4**, **МП1-5**, та **МП1-6**, через які передбачається подавання трьохфазного живлення до електромотора **М1**. Одночасно з цим розмикається і контакт **МП1-1**, який підключено паралельно з кнопкою **SB2** і також розмикається контакт **МП1-3**, що у результаті буде відключати струм на сигнальну лампочку **HL2**. При натисканні і відпусканні кнопки **SB1** також буде замикатися контакт **МП1-2** і вмикатися сигнальна лампочка **HL1** червоного кольору, яка буде вказувати на відключення живлення електромотора **М1**.

Кнопка **SB3** має назву «СТОП» та **SB4** має назву «ПУСК» і вони при допомозі магнітного пускача **МП2** (рис. 6) забезпечують вимикання та вмикання живлення електромотора **М2**.

*Вмикання живлення електромотора М3* ротаційного насосу на трубопроводі потоку суспензії з сировиною Б виконується при допомозі нормально розімкнутого контакту кнопки «ПУСК» (поз. **SB6**). При натисканні даної кнопки подається струм на електромагніт магнітного пускача **МП3** і одночасно виникає замикання контактів пускача **МП3-4**, **МП3-5**, та **МП3-6**, через які подається струм трьохфазного живлення на електромотор **М3**. Також при натисканні кнопки **SB6** за допомогою контакту **МП3-3** вмикається сигнальна лампочка **HL6** зеленого кольору, яка буде вказувати про підключення живлення до електромотора **М3**. Після відпускання кнопки **SB6** струм до магнітного пускача **МП3** буде подаватися через нормально розімкнутий контакт **МП3-1** який підключено паралельно з кнопкою **SB6**. У принциповій електричній схемі контакт **МП3-1** замикається у момент натискання кнопки **SB6** і далі залишається замкненим після відпускання кнопки **SB6**.

*Вимикання живлення електромотора М3* виконується при допомозі нормально замкненого контакту кнопки «СТОП» (поз. **SB5**). При натисканні даної кнопки роз'єднуються контакти кнопки і ланцюг для струму на електромагніт магнітного пускача **МП3**, що викликає розмикання контактів

магнітного пускача **МП3-4**, **МП3-5** та **МП-6**, через які передбачено подавання струму трьохфазного живлення на електромотор **М3**.

Одночасно з цим також розмикається і контакт **МП3-1**, який підключено паралельно з кнопкою **SB6**. При натисканні і відпусканні кнопки **SB5** вмикається сигнальна лампочка **HL5** червоного кольору, яка вказує про відключення живлення до електромотора **М3**.

У ланцюгах принципової електричної схеми (рис. 6) з дистанційного керування електромоторами **М1**, **М2** та **М3** використовуються вимикачі **SA1**, **SA2** та **SA3** при допомозі, яких відключаються ланцюги живлення магнітних пускачів **МП1**, **МП2** та **МП3**, а також ланцюги до кнопок **SB** і сигнальних лампочок **HL** при проведенні ремонтних робіт у схемі, або з електромоторами насосів чи з насосами.

## 6. Система аварійного захисту електромоторів у насосів

Для розуміння створюваних принципових схем у подальшому по тексті спочатку сформулюємо постановку таких задач для аварійного захисту:

1). Необхідно розробити функціональну схему до системи аварійного захисту електромоторів **М1** та **М3** у насосів хімічного реактора.

2). Згідно створеної функціональної схеми системи аварійного захисту електромоторів потрібно розробити принципову електричну схему до системи аварійного захисту електромоторів **М1** та **М3**.

Перед початком розробки функціональної схеми до системи аварійного захисту електромоторів **М1** та **М3** у насосів спочатку з'ясуємо, наприклад, особливості конструкції і роботи відцентрового насосу. Конструкцію відцентрового насосу показано на рис. 7 і на якому можливо бачити:

- корпус (1) у якому обертається з зогнутими лопатками робоче колесо (2), закріплене на валу електромотора;
- за рахунок дії відцентрових зусиль на маси між лопатками при обертанні робочого колеса на виході насосу у трубопроводі

утворюється підвищений тиск по рівнянню з тиском у трубопроводі на вході у насос;

- відцентровий насос створює перепад тиску за рахунок якого і виникає переміщення маси у технологічному трубопроводі;
- частина робочого колеса насосу при обертанні притиснута до уліткообразного корпусу і при появі (попаданні) твердої частинки між корпусом і лопатками колеса, робоче колесо може зупинитися, тобто буде виникати аварійна ситуація у роботі відцентрового насосу;
- при зупинці робочого колеса насосу тиск у трубопроводі на виході з насосу зменшується, тобто виникає зменшення перепаду тисків у технологічному трубопроводі і відповідно переміщення маси зупиняється;
- робоче колесо відцентрового насосу закріплюється на валу електромотора і обертання передається (рис. 8) за допомогою металевого вкладиша пластинки (шпонка), яка виконує також функцію механічного захисту від руйнування лопаток робочого колеса при аварійній зупинці насосу, коли пластинка розділюється (розрізається) на дві частинки і вал електромотора залишається непошкодженим і може вільно обертатись без робочого колеса;
- електромотор насосу при зупинці робочого колеса буде продовжувати обертання якорю і за рахунок відсутності моменту протидії на якір буде у часі збільшуватись кількість обертів якоря, тобто для електромотора також буде виникати аварійна ситуація з можливим пошкодженням обмоток живлення та елементів кріплення якорю.

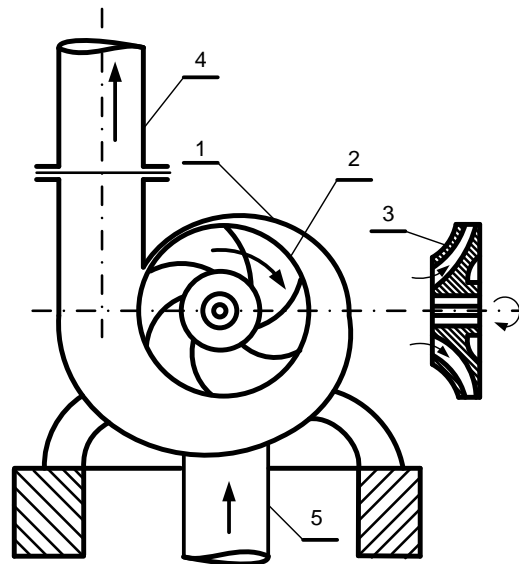


Рис. 7. Схема конструкції відцентрового насосу: 1 – корпус насосу; 2 – робоче колесо насосу; 3 – лопатки робочого колеса; 4 – вихідний трубопровід; 5 – вхідний трубопровід насосу.

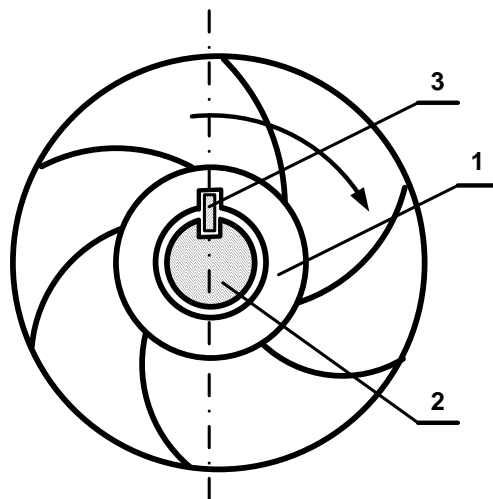


Рис. 8. Конструкція кріплення робочого колеса насосу до валу електромотора: 1 – робоче колесо насосу; 2 – вал електромотора насосу; 3 – пластинка вкладиш для передачі обертів від валу електромотора до робочого колеса.

Для збереження робочого стану електромотора при аварійній зупинці відцентрового насосу повинна існувати і спрацьовувати система автоматичного аварійного захисту за рахунок швидкого вимикання живлення.

Система аварійного захисту електромотора повинна автоматично визначати аварійну зупинку насосу і вимикати живлення, тобто впливати на ланцюг живлення електромагніту відповідного магнітного пускача електромотору. Вище по тексту у властивостях роботи насосу було вказано, що коли зупиняється аварійно відцентровий насос, тоді у вихідному трубопроводі

падає тиск. При падінні тиску у вихідному трубопроводі насосу повинна реагувати і спрацьовувати принципова електрична схема системи аварійного захисту електромотора. Функціональна схема контурів такої системи аварійного захисту електромотора показано на рис. 9.

Принципова електрична схема системи автоматичного аварійного захисту електромотора може спрацьовувати за рахунок контролю тиску у трубопроводі на виході насосу та за рахунок налаштування блоку сигналізації у приладу, який вимірює, показує тиск і формує дискретний сигнал для відключення ланцюга живлення відповідного магнітного пускача електромотора.

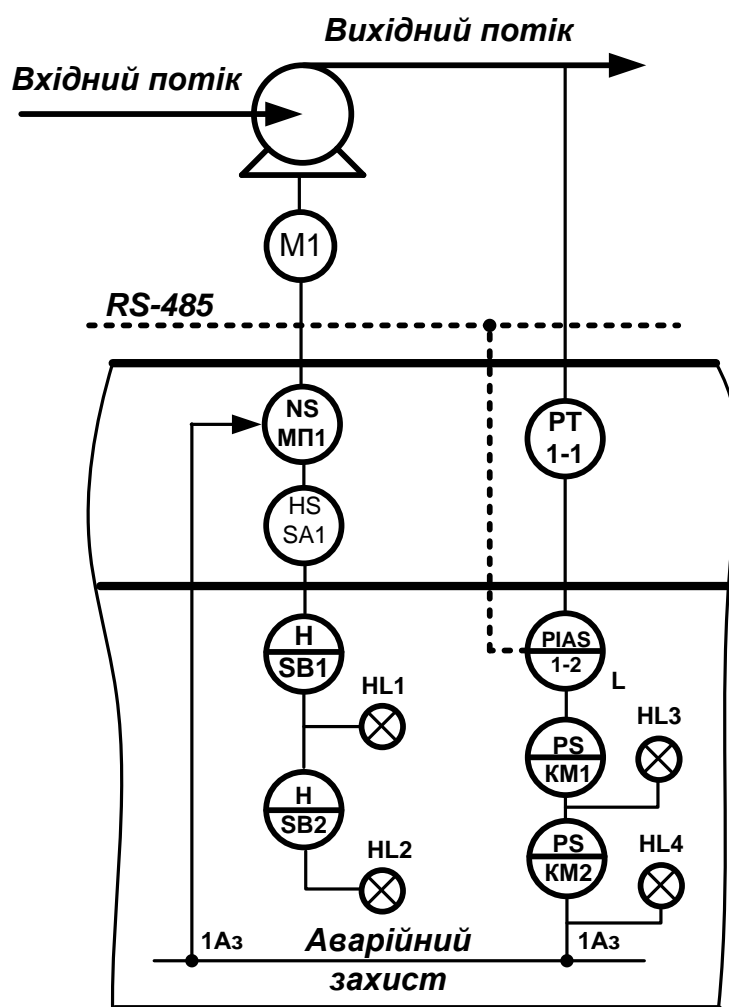


Рис. 9. Функціональна схема контурів системи аварійного захисту електромотора М1.

Пристрій *PT*(поз.1-1) вимірює (контролює) тиск у трубопроводі на виході відцентрового насосу і формує вихідний струмовий сигнал (4...20 mA) який

подається на вхід приладу *PIAS*(поз. 1-2). У якості приладу (поз. 1-2) будемо розглядати використання мікропроцесорного технологічного індикатора ІТМ-11 МІКРОЛ [3]. Цей прилад буде показувати значення робочого тиску на виході насосу, а блок сигналізації приладу сигналізувати падіння значення тиску і одночасно формувати дискретний сигнал у 24V постійного струму для електромагнітного реле (поз. КМ1). Через контакт реле **КМ1-1** буде вмикатися живлення сигнальної лампочки *HL3* яка буде вказувати, що виникла аварія насосу. Другий контакт реле **КМ1-2** буде використовуватися для подачі живлення 220V змінного струму на електромагнітне реле **КМ2** і на контакт **КМ2-1** через який буде вмикатися живлення для сигнальної лампочки *HL4*, яка буде вказувати про спрацьовування системи аварійного захисту електромотора і виконання функції по аварійному захисту, яку позначимо умовно **1Аз**. Функція по аварійному захисту **1Аз** буде виконуватися за допомогою нормально замкненого контакту **КМ2-2**, який потрібно послідовно підключити до контакту **МП1-1** (див. рис. 10). Контакт **КМ2-2** буде відключати живлення електромагніту магнітного пускача **МП1** за допомогою розмикання ланцюга живлення. При відключенні живлення електромагніту магнітного пускача **МП1** контакти магнітного пускача **МП1-4**, **МП1-5** та **МП1-6** відповідно стануть розімкнутими, тобто електромотор **М1** зупиниться.

На основі принципової електричної схеми (рис. 6) з дистанційного керування електромотором **М1** можна створити принципову електричну схему (рис. 10) з дистанційним керуванням живленням і системою аварійного захисту електромотора **М1** при аварії відцентрового насосу.

Принципова електрична схема рис. 10 розроблена з урахуванням, що в якості приладу *PIAS*(поз. 1-2) буде використовуватись мікропроцесорний прилад ІТМ-11 МІКРОЛ [3], який має плату клемно-блочних з'єднань КБЗ-17-К01 МІКРОЛ до якої за допомогою шлейфу підключається корпус приладу з дисплеями та центральним мікропроцесором. До плати КБЗ-17-К01 подається живлення 24 V постійного струму від двоканального блока живлення БПС24-2К МІКРОЛ.

При аварійній зупинці відцентрового насосу блок сигналізації приладу ІТМ-11 буде визначати, що знизився тиск на виході насосу і формувати для системи аварійного захисту електромотора **М1** дискретний струмовий сигнал за допомогою електронного реле **VO1** та контакту **DO1**, розташованих на платі КБЗ-17-К01.

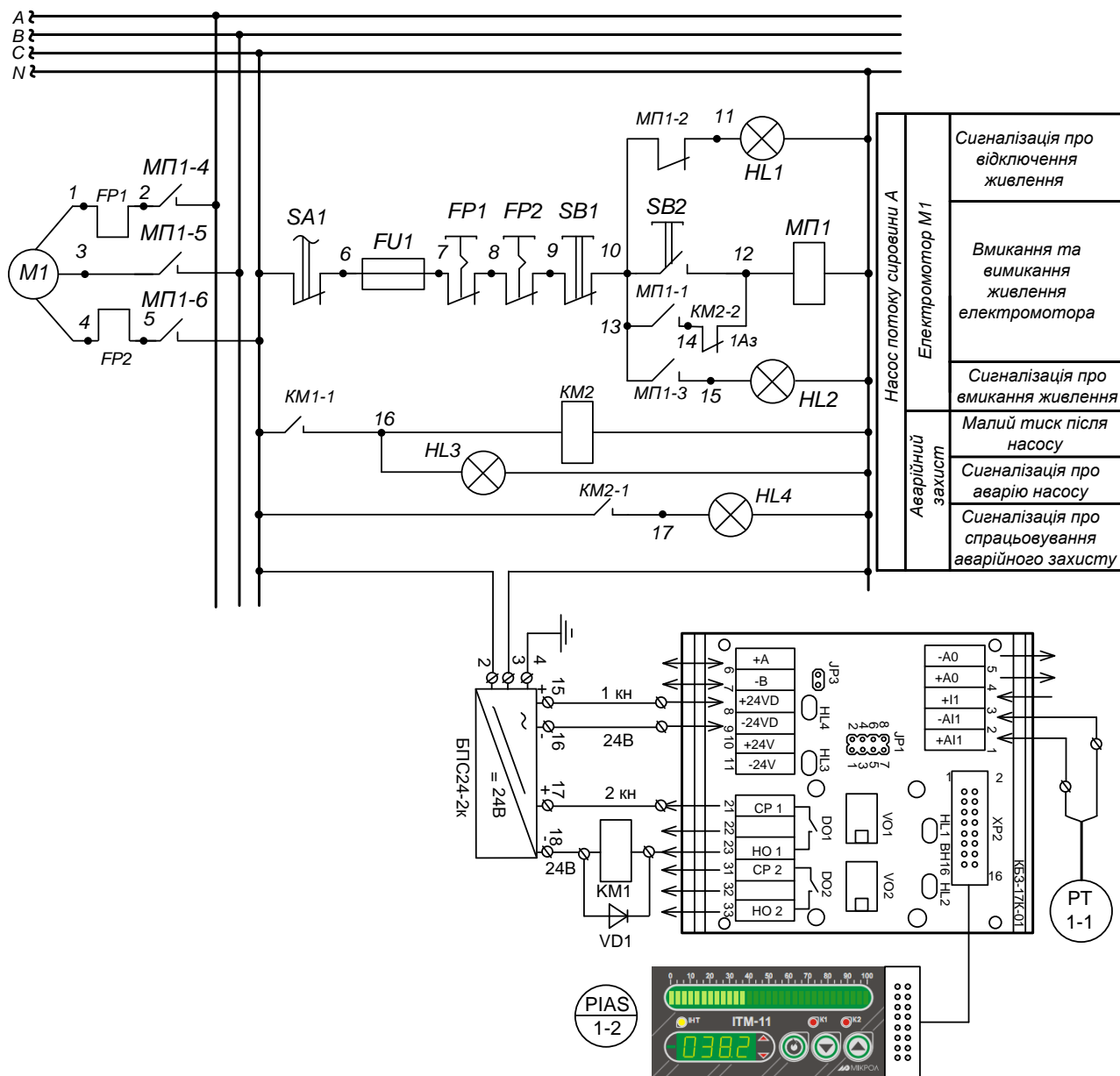


Рис. 10. Принципова електрична схема системи дистанційного керування електромотором М1 з системою аварійного захисту.

При спрацьовуванні реле **VO1** та контакту **DO1** буде спрацьовувати електромагнітне реле **KM1** і контакт **KM1-1** підключить струм від лінії

живлення 220 V до ланцюгу живлення електромагнітного реле **КМ2** і в результаті цього спрацює контакт **КМ2-2** (розімкнеться), який таким чином виконає функцію аварійного захисту **1Аз**, тобто автоматично відключить ланцюг живлення магнітного пускача **МП1**.

Аналогічним чином можна розробити принципову електричну схему системи аварійного захисту для електромотора **М3** на основі іншого мікропроцесорного приладу ІТМ-11 МІКРОЛ.

## 7. Технологічні блокування системою аварійного захисту

При спрацьовуванні системи аварійного захисту для електромотора **М1** або для електромотора **М3** у контурах керування схеми автоматизації технологічним процесом повинні виконуватися відповідні технологічні блокування. Наприклад, аварійно зупиняється насос і відразу система аварійного захисту вимикає живлення електромотора **М1** і одночасно система блокування повинна автоматично вимкнути живлення у електромотора **М3** тому що, у технологічний апарат (хімічний реактор) повинно подаватися дві сировини А і Б. Також і навпаки, коли аварійно зупиняється насос і вимикається живлення електромотора **М3**, одночасно система блокування повинна автоматично вимкнути живлення і електромотора **М1** тому що, у технологічний апарат повинно подаватися дві сировини А і Б.

Згідно складу контурів керування технологічним процесом хімічного реактора можна скласти спрощену схему (рис. 11) для формулювання постановки задач до системи автоматичних технологічних блокувань.

*Система автоматичних технологічних блокувань повинна забезпечувати у контурах керування такі дії:*

1). При аварійній зупинці відцентрового насосу з електромотором **М1** згідно технологічного регламенту на технологічний процес у хімічному реакторі потрібно також зупинити роботу насосу з електромотором **М3**, тому що подача сировини А та сировини Б у реактор повинна бути у заданому співвідношенні витрат. Якщо одна сировина А не подається тоді друга



сировина Б також не повинна подаватися у апарат, тобто потрібно з технологічних причин (блокувати) зупинити і насос з електромотором **М3**, або насос з електромотором **М1**.

2). Відключення у контурах керування обладнання або технічних засобів автоматизації з технологічних причин виконується за допомогою системи автоматичних технологічних блокувань і яка повинна спрацьовувати одночасно з системою аварійного захисту.

3). Спрацювання системи автоматичних технологічних блокувань повинно виконуватись на основі електромагнітних реле яки використовуються для аварійного захисту електромоторів **М1** та **М3**.

На рис. 11 показано приклад можливої функціональної схеми контурів керування технологічним процесом з системою формування сигналів до аварійних функцій **1Аз** та **2Аз** для аварійного захисту електромоторів та функцій до технологічних блокувань **1Тб** та **2Тб**. Дії функцій з технологічних блокувань **1Тб** та **2Тб** відповідно до схеми рис. 7 повинні виконуватися за допомогою нормально замкнених контактів електромагнітних реле **КМ2** та **КМ4**. Наприклад, якщо аварійно зупиняється відцентровий насос на трубопроводі сировини А сигнал аварійного захисту **1Аз** відключає живлення електромотора **М1** і одночасно з цим функція з технологічного блокування **1Тб** відключає (блокує) живлення у мотора **М3** для зупинки насосу на трубопроводі подачі сировини Б. При аварійній зупинці насосу на трубопроводі сировини Б аналогічним чином буде зупинятися електромотор насосу на трубопроводі сировини А.

На рис. 11 показано, що на трубопроводах сировини А та сировини Б використовуються регулювальні клапани (поз. 3-6) та (поз. 4-6) яки при аварійній ситуації потрібно також повністю закрити, щоби при виконанні ремонтних робіт у насосах з трубопроводів не виходила відповідна сировина, наприклад, за рахунок надлишкового тиску газів у об'ємі хімічного реактора. Сировина при витіканнях з трубопроводів може бути агресивною і шкідливою для людини з робочого технологічного персоналу.

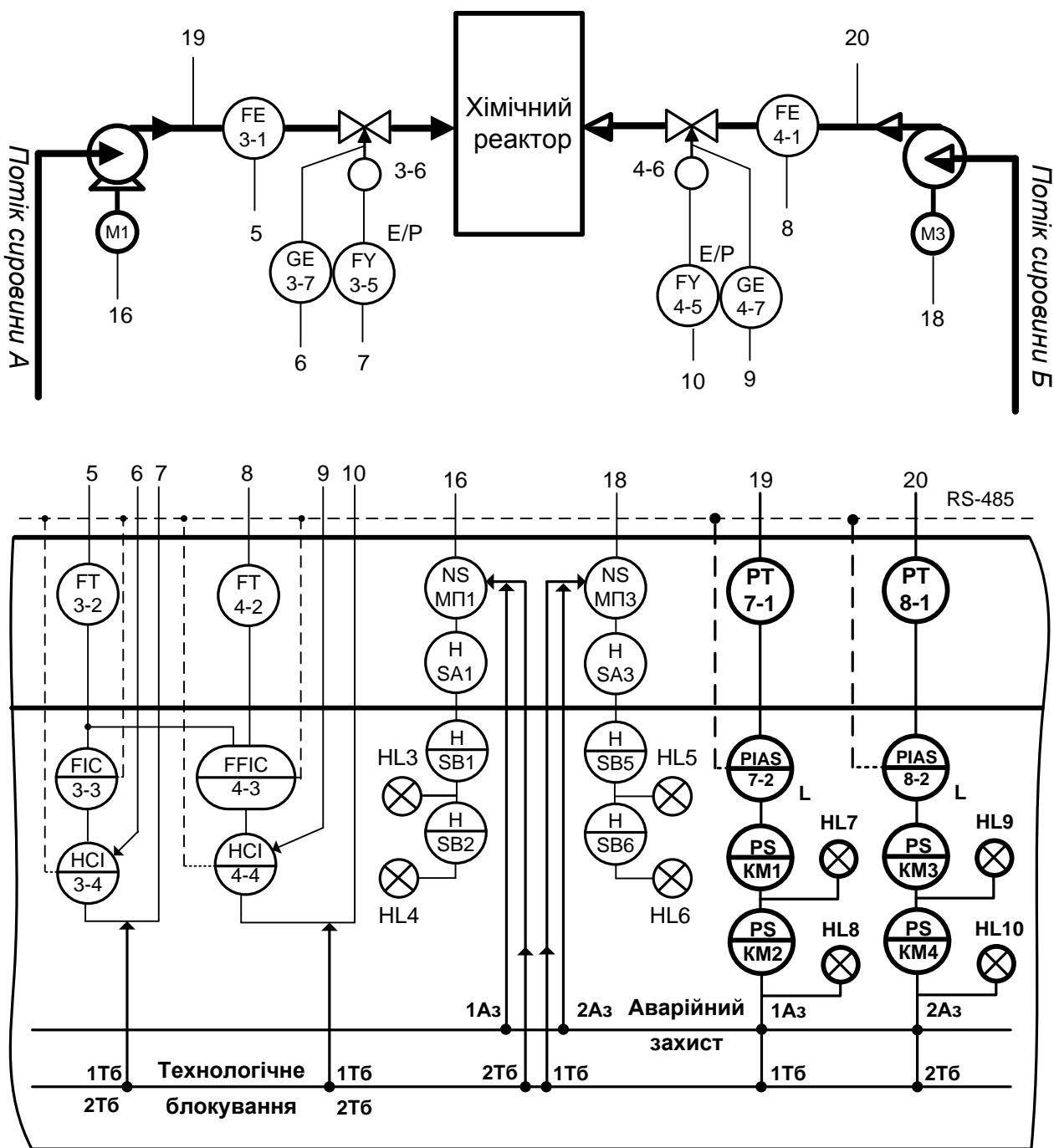


Рис. 11. Функціональна схема контурів керування процесом хімічного реактора з системою аварійного захисту та технологічними блокуваннями у аварійних ситуаціях.

Згідно схеми рис. 11 функції технологічних блокувань 1Тб та 2Тб, які будуть сформовані системою аварійного захисту повинні впливати на вхідний сигнал до виконавчого механізму відповідного регульовального клапану, тобто ці функції блокують сигнали від автоматичних регуляторів. Як відомо при відключенні (блокуванні) сигналу автоматичного регулятора від регульовального клапану виконується закриття повністю трубопроводу при

експлуатації нормально-зачинених регулювальних клапанів, тобто виникає автоматично відповідне технологічне блокування технічних засобів автоматизації на трубопроводах сировини А та сировини Б. Для реалізації системи аварійного захисту електромоторів і системи технологічних блокувань до схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора потрібні такі принципові електричні схеми:

- принципова електрична схема системи аварійного захисту і технологічних блокувань електромоторів у аварійних ситуаціях;
- принципова електрична схема технологічних блокувань сигналів від автоматичних регуляторів до регулювальних клапанів.

У принциповій електричній схемі рис. 12 для електромотора **М1** функція аварійного захисту **1Аз** виконується за допомогою контакту **КМ1-1** та контактом **КМ2-2** у ланцюгу між з'єднаннями 14-15, а функція технологічного блокування **2Тб** виконується контактом **КМ4-3** у ланцюгу між з'єднаннями 12-15. Для електромотора **М3** у схемі рис. 13 функція аварійного захисту **2Аз** буде виконуватися за допомогою контакту **КМ3-1** та **КМ4-2**, а функція технологічного блокування **1Тб** виконується контактом **КМ2-3**.

У аварійній ситуації функції з технологічного блокування **1Тб** та **2Тб** також повинні виконувати блокування сигналу від автоматичного регулятора (поз. 3-3) до регулювального клапану (поз.3-6) і одночасно також система блокувань повинна виконувати технологічне блокування сигналу від автоматичного регулятора (поз. 4-3) до регулювального клапану (поз.4-6) згідно функціональної схеми рис. 11. На рис.14 показано функціональну схему до системи технологічних блокувань сигналів від автоматичних регуляторів до регулювальних клапанів, яка побудована відповідно до схеми рис. 11.

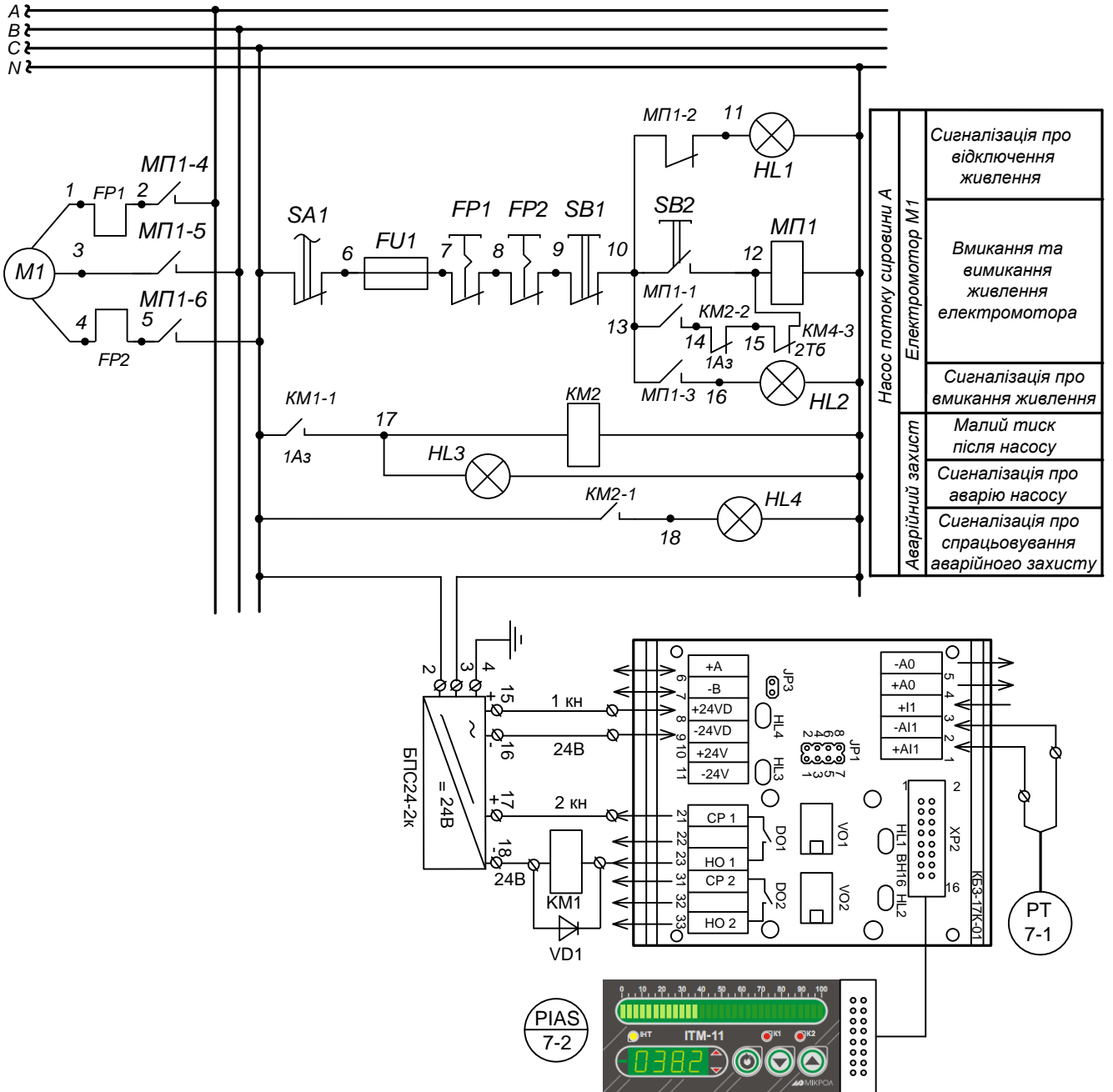


Рис. 12. Принципова електрична схема аварійного захисту і технологічного блокування електромотора М1 у аварійній ситуації.

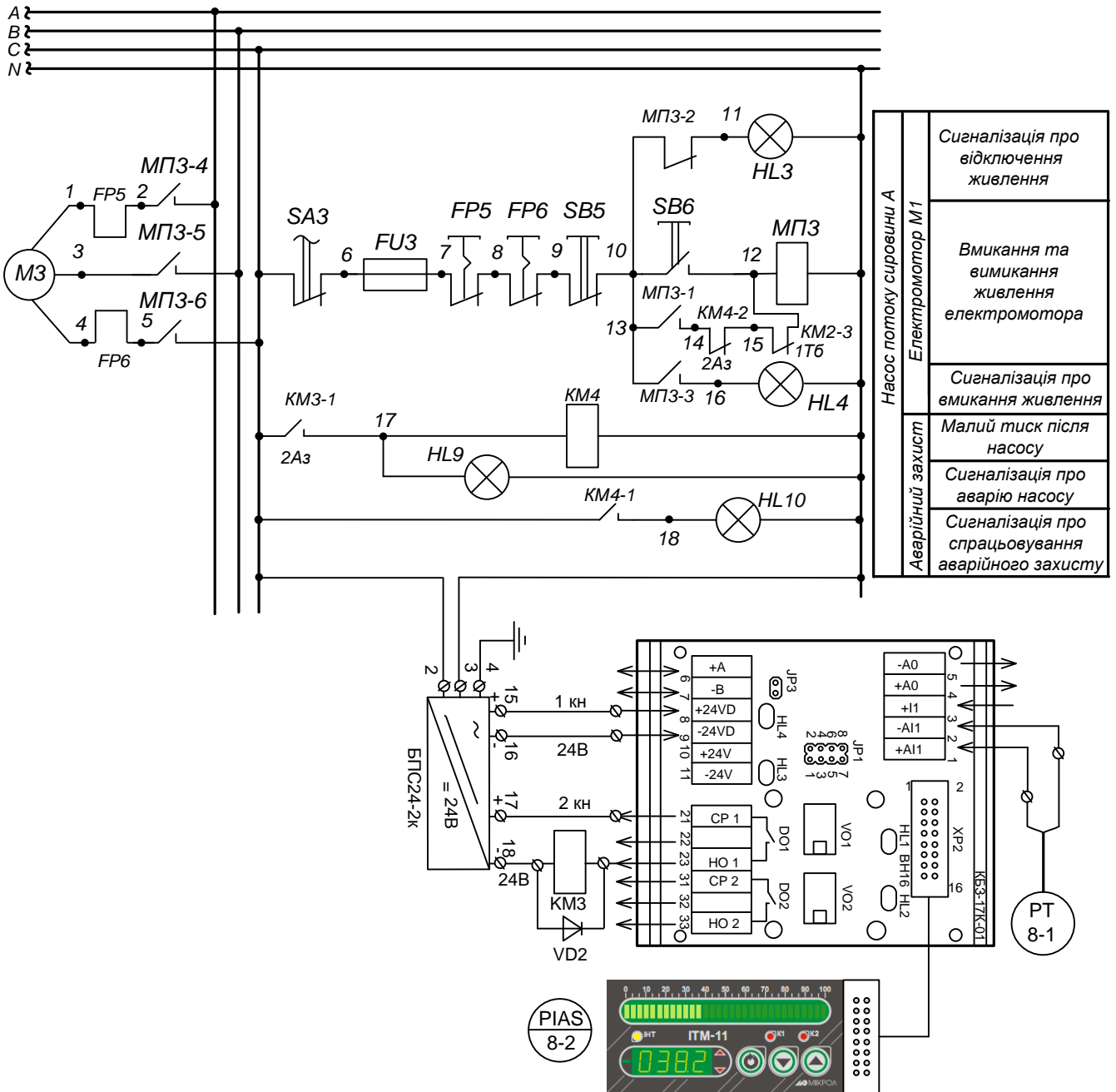


Рис. 13. Принципова електрична схема аварійного захисту і технологічного блокування електромотора М3 у аварійній ситуації.

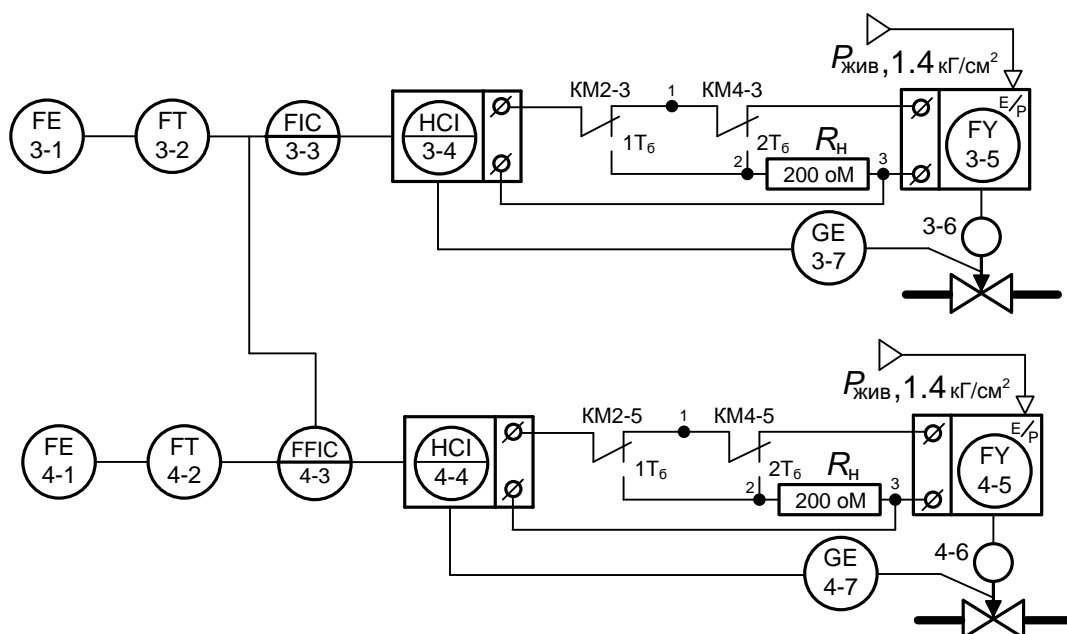


Рис. 14. Функціональна схема з технологічного блокування сигналів від регуляторів (поз. 3-3 та поз. 4-3) до регулювальних клапанів (поз. 3-6 та поз. 4-6).

По схемі рис. 14 можна бачити, що функції з технологічного блокування **1Т6** та **2Т6** реалізуються за допомогою контактів електромагнітних реле **КМ2** та **КМ4**, яки вихідні сигнали автоматичних регуляторів після блоків ручного управління переключаються на постійні опори у 200 оМ, згідно рекомендацій виробника блоків ручного управління БРУ-7 МІКРОЛ [3]. Регулювальні клапани (поз. 3-6) та (поз. 4-6) повинні мати конструкцію нормально закритого клапану, щоби повністю закривати технологічний трубопровід при переключенні вихідного сигналу автоматичного регулятора на постійний опір у 200 оМ.

Принципова електрична схема з технологічного блокування функціями **1Т6** та **2Т6** для вхідного струмового сигналу до регулювального клапану (поз. 3-6) може мати вигляд, як показано на схемі рис. 15.



необхідно, наприклад, відповідно до принципової схеми рис. 12 електромотора М1 підключати між собою такі елементи схеми:

- автоматичні вимикачі струму FP1 та FP2;
- контакти магнітного пускача МП1-4, МП1-5 та МП1-6;
- перемикач SA1 з підключення ланцюга живлення до магнітного пускача МП1 та інших елементів схеми;
- плавкого запобіжника FU1;
- кнопки «СТОП» SB1;
- кнопки «ПУСК» SB2;
- нормально-замкненого контакту МП1-2 і червоної сигнальної лампочки HL1;
- електромагніта магнітного пускача МП1;
- нормально-розімкнутого контакту МП1-1;
- нормально-замкненого контакту КМ2-2, який реалізує функцію 1Аз у системі аварійного захисту електромотора М1 при аварійній ситуації;
- нормально-замкненого контакту КМ4-3, який реалізує функцію 1Тб у системі технологічних блокувань електромотора М1 при аварійній ситуації;
- нормально-розімкнутого контакту МП1-3 та зеленої сигнальної лампочки HL2;
- нормально-розімкнутого контакту КМ1-1 та електромагніта реле КМ2 з системи аварійного захисту;
- ланцюга підключення червоної сигнальної лампочки HL3 про аварійну ситуацію;
- контакту КМ2-1 та червоної сигнальної лампочки HL4 про спрацьовування системи аварійного захисту;
- блок живлення двоканальний БПС24-2К;
- електромагнітне реле КМ1;
- діода VD1, який є шунтом до електромагніту реле КМ1;



- клеми плати КБЗ-17К-01 до блока живлення БПС24-2К;
- технічного засобу з контролю тиску РТ ( поз. 7-1) до клем плати КБЗ-17К-01;
- ланцюга заземлення блока живлення БПС24-2К.



Рис. 17. Зображення різних конструкцій клемних колодок для з'єднання ланцюгів відповідно до монтажно-комутаційної схеми.



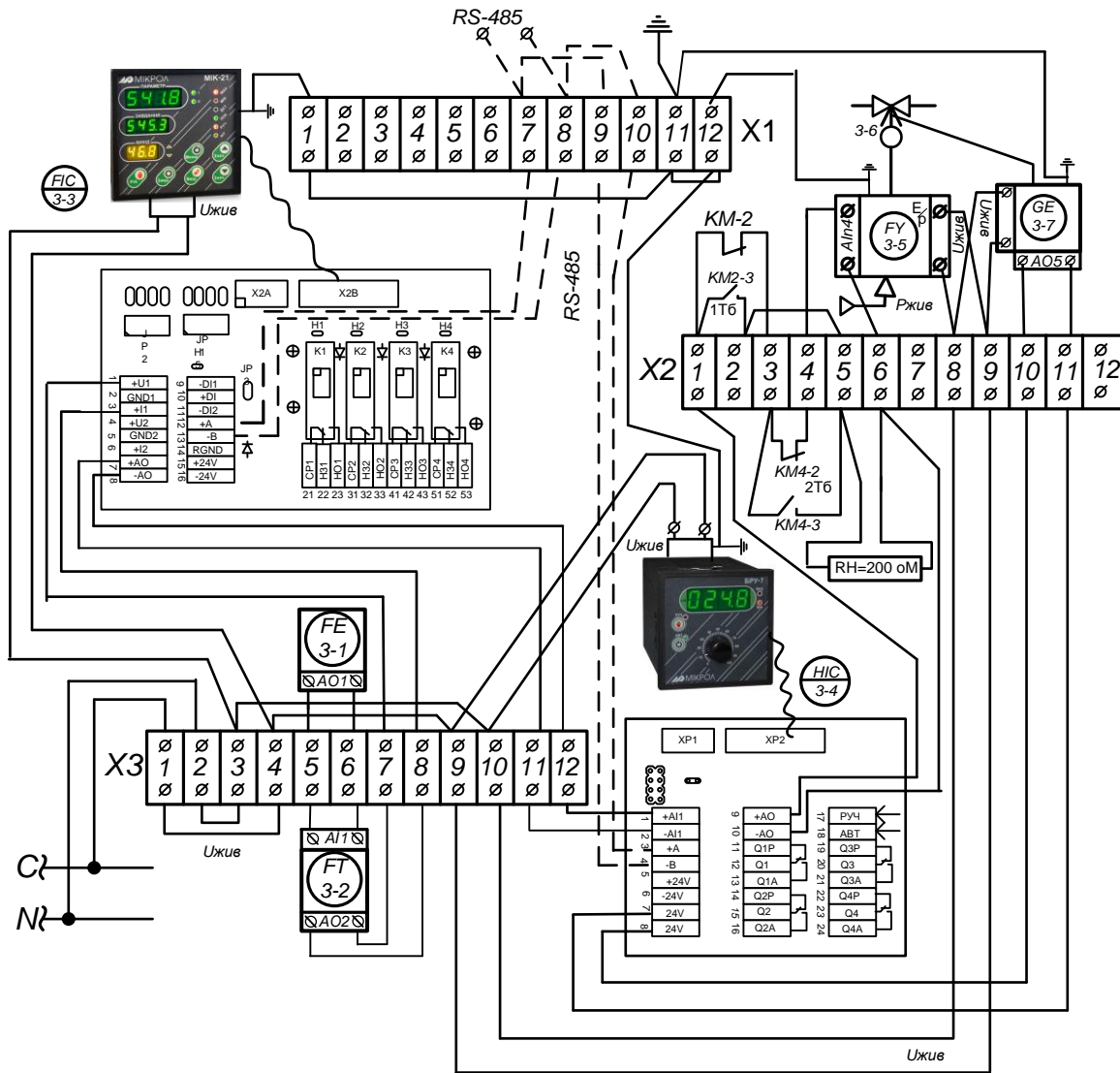


Рис. 19. Монтажно-комутаційна схема для системи технологічного блокування вихідного сигналу регулятора витрати сировини А при аварійній ситуації .

Таки монтажно-комутаційні схеми розробляється на основі використання клемних колодок (рис. 17) та наступних правил до зображення монтажно-комутаційних підключень елементів з принципової схеми:

- 1). Креслення монтажно-комутаційної схеми рисується у не робочому стані;
- 2). До кожної клеми на клемній колодці необхідно показувати підключення тільки двох приєднувальних провідників між відповідними елементами схеми( при закріпленні провідників вінтами та пружинними кріпленнями);

3). Для монтажно-комутаційної схеми потрібно використовувати необхідну кількість відповідних клемних колодок (див. рис.17).

*Для виконання завдань з практичних занять по кредитному модулю навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації – 2» та завдань до курсової роботи з «Технічні засоби автоматизації – 3» необхідно студентам за період навчального семестру виконати у комп'ютерному графічному редакторі креслення до наступних схем:*

ПР(Сх1) – принципової електричної схеми системи дистанційного керування, аварійного захисту та технологічних блокувань;

ПР(Сх2) – принципової електричної схеми для системи аварійного захисту і технологічних блокувань.

ПР(Сх3) - принципової електричної схеми для системи технологічної сигналізації;

ПР(Сх4) - монтажно-комутаційної схеми до відповідної принципової електричної схеми системи дистанційного керування і аварійного захисту та технологічних блокувань.

Для розробки креслень до даних схем необхідно у якості прикладів використовувати схеми, яки зображені у методичних вказівках на наступних рисунках:

- рис. 6 з принциповою електричною схемою дистанційного керування електромоторами М1, М2 та М3;
- рис. 10 з принциповою електричною схемою системи дистанційного керування електромотором М1 з системою аварійного захисту;
- рис. 12 з принциповою електричною схемою аварійного захисту і технологічного блокування електромотора М1 у аварійній ситуації;
- рис. 13 з принциповою електричною схемою аварійного захисту і технологічного блокування електромотора М3 у аварійній ситуації;

- рис. 15 з принциповою схемою з технологічного блокування вихідного сигналу від регулятора(поз. 3-3) до регулювального клапану (поз. 3-6);
- рис. 16 з принциповою схемою з технологічного блокування вихідного сигналу від регулятора(поз. 4-3) до регулювального клапану (поз. 4-6);
- рис. 18 з Монтажно-комутаційною схемою для принципової електричної схеми дистанційного управління, аварійного захисту та технологічних блокувань електромотора М1;
- рис. 19 з монтажно-комутаційною схемою для системи технологічного блокування вихідного сигналу регулятора витрати сировини А при аварійній ситуації.

## Література

- 1. Ковалевський В. М. Схема автоматизації технологічного процесу хімічного виробництва [Електронний ресурс] :** Методичні вказівки по виконанню контрольної роботи курсу «Технічні засоби автоматизації – 1» кредитного модуля «Електричні елементи та пристрої автоматизації» до напрямку підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / НТУУ «КПІ» уклад. В. М. Ковалевський. – Електронні текстові дані (1 файл; 2,69 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2012. – Назва з екрану. <http://library.kpi.ua:8080/handle/123456789/2258>
- 2. Графическое оформление электрических схем по ЕСКД:** Справ/Сост.: С. Т. Усатенко, М. В. Терехова; Предисл. и науч. ред. М. С. Хойнацкого. – К.: ЛВК, 2003. – 216 с. ISBN 966-598-133-1.
- 3. Інформаційний ресурс: ООО МІКРОЛ** [WWW.MICROL.UA](http://WWW.MICROL.UA)

## ПРИКЛАД СПЕЦИФІКАЦІЇ НА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ

Таблиця додатку 9.1. до схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора (рис. 4)

Позиція на схемі	Назва параметру	Середовище і місце контролю	Граничні значення параметру	Місце монтажу	Назва пристрою і характеристика	Тип моделі	Кількість	Виробник, постачальник
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Контроль температури потоку сировини А</b>								
Поз. 1-1	Температура потоку сировини А	Трубопровід з сировиною А	40 ... 60°C	По місцю	Термометр опору, R <sub>0</sub> =50 Ом, -50...180°C , I <sub>вимір/макс</sub> =5 мА, W <sub>100</sub> =1,4280	50М	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
Поз. 1-2	Температура потоку сировини А	-	-	По місцю	Перетворювач сигналу від термометра опору ТСМ для передачі сигналу 4...20 мА до пульта керування	БПО-32	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 1-3	Температура потоку сировини А та сигналізація	-	40 ... 60°C	На пульті керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-17-К01, вихід АО1= 4...20мА	ІТМ-11	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
КМ1	Технологічна сигналізація	-	-	На пульті керування	Реле електромагнітне, жив/макс АС 400V/DC24V контакти АС1 16А/250V, контакти DC1 16А/24V,	RM63	1	м. Київ, вул. Лепсе 4, «СВ АЛЬТЕРА»
НЛ1	Технологічна сигналізація	-	40 ... 60°C	На пульті керування	Лампа «червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год, тип цоколю Е27/27	Б215-225-40		м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»

<b>Регулювання рівня робочої маси у хімічному реакторі</b>								
Поз. 2-1	Рівень маси у реакторі	Об'єм хімічного реактора	0,5...4,5 м	Кришка реактора	Радарний рівнемір, FMCW-радар (8,5-9,9 ГГц), рідина/сипучі матеріали, 0...40 м, температура до 250°C, тиск до 400 bar	BM70A	1	м. Київ, вул. Васильківська 1 офіс 210, «КАНЕКС КРОНЕ»
Поз. 2-2	Рівень маси у реакторі, показ і сигналізація	Об'єм хімічного реактора	0,5...4,5 м	Шкаф приладів біля хімічного реактора	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутації КБЗ-17-К01, вихід АО1= 4...20мА	ITM-11	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 2-3	Рівень маси у реакторі	Об'єм хімічного реактора	0,5...4,5 м	На пульті керування	ПІД-регулятор багатофункціональний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-28К-11, вихід АО1= 4...20мА	МІК-21	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 2-4	Рівень маси у реакторі	Об'єм хімічного реактора	0,5...4,5 м	На трубопроводі вихідної суміші з реактора	Регулювальний клапан, вхідний сигнал 4...20мА, живлення 230 В, кор.стійке вилів корпусу А351/ CF8М , Р <sub>у</sub> = 40, Ду 100: IV-S1	Samson 3274	1	м. Київ, вул. М. Раскової. 19, оф 905
<b>Регулювання витрати сировини А на вході у хімічний реактор</b>								
Поз. 3-1	Витрата сировини А	Вхідний трубопровід з потоком сировини А	2000...2500 кг/год	Вхідний трубопровід реактора	Витратомір з «Коріолісових сил», одна пряма вимірювальна труба, DN 80, від 950 ...4000 кг/год, клас:0,1 %, температура потоку -40 ...+150°C	Optimass 7000	1	м. Київ, вул. Васильківська 1 офіс 210, «КАНЕКС КРОНЕ»
Поз. 3-2	Витрата сировини А	-	-	Вхідний трубопровід	Електричний блок з формування вихідного сигналу АО1 4...20 мА,	Блок Optimass	1	м. Київ, вул. Васильківська 1 офіс 210,

				реактора	живлення 220 В	7000-Е		«КАНЕКС КРОНЕ»
Поз. 3-3	Витрата сировини А		2000...2500 кг/год	На пульті керування	ПД-регулятор багатофункціональний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-28К-11, вихід АО1= 4...20МА	МІК-21	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 3-4	Управління вихідним сигналом регулятора	-	-	На пульті керування	Блок ручного управління, АП1= 4...20МА, живлення 220 В, АО1= 4...20МА, плата комутацій КБЗ-24-19	БРУ-7	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 3-5	Перетворювач вихідного сигналу регулятора	-	-	На корпусі регулювального клапану	Перетворювач електричного сигналу в пневматичний сигнал, АП1= 4...20МА / 0,2...1,0 кг/см <sup>2</sup> , з влаштованим електричним контролером положення штоку клапану, АО1= 4...20МА	ЭПП-300	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»
Поз. 3-6	Регулювання витрати сировини А	-	2000...2500 кг/год	Вхідний трубопровід від реактора	Пневматичний регулювальний клапан, Ду=150, Ру=25, температура до 225°С	РУСТ 510-1	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»
<b>Регулювання співвідношення витрати сировини Б на вході у хімічний реактор</b>								
Поз 4-1	Регулювання відношення витрати сировини Б	Вхідний трубопровід з потоком сировини Б	600...800 кг/год	Вхідний трубопровід від реактора	Електромагнітний витратомір, Ду=150 мм, основна похибка 0,5 %, робочий тиск потоку 4,00 МПа, вихідний сигнал 4...20 МА, корпус	Метран-370	1	м. Київ, вул. Гарматна, 2, оф. 407



					захищений Ехіа			
Поз. 4-2	-	Вхідний трубопровід з потоком сировини Б		Вхідний трубопровід від реактора	Електронний блок витратоміра для дистанційної передачі сигналу	Метран-370	1	м. Київ, вул. Гарматна, 2, оф. 407
Поз. 4-3	Регулювання відношення витрати сировини Б	-	600...800 кг/год	На пульті керування	ПІД-регулятор багатофункціональний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-28К-11, вихід АО1= 4...20мА	МІК-25	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 4-4	Регулювання відношення витрати сировини Б	-	-	На пульті керування	Блок ручного управління, АІ1= 4...20мА, живлення 220 В, АО1= 4...20мА, плата комутацій КБЗ-24-19	БРУ-7	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 4-5	Перетворювач вихідного сигналу регулятора	-	-	На корпусі регулювального клапану	Перетворювач електричного сигналу в пневматичний сигнал, АІ1= 4...20мА / 0,2...1,0 кг/см <sup>2</sup> , з влаштованим електричним контролером положення штоку клапану, АО1= 4...20мА	ЭПП-300	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»
Поз. 4-6	Регулювання витрати сировини Б	-	600...800 кг/год	Вхідний трубопровід від реактора	Пневматичний регулювальний клапан, Ду=75, Ру=25, температура до 225°С	РУСТ 510-1	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»

<b>Контроль рН потоку суміші на виході реактора</b>								
Поз. 5-1	Контроль рН потоку суміші на виході реактора	Вихідний трубопровід з потоком суміші	4,0...5,5	Вихідний трубопровід реактора	Проточний блок для вимірювання рН з вихідним сигналом 0..20 мА	ПП-10-1	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 5-2	-	-	0...8,0	Вихідний трубопровід реактора	Мікропроцесорний контролер рН, плата комутацій КБЗ-8-07, вихід АО1= 4...20мА	ПП-10-2	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 5-3	Показання рН потоку суміші на виході реактора	-	4,0 ... 5,5	На пульті керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-17-К01, вихід АО1= 4...20мА	ІТМ-11	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
<b>Контроль температури потоку сировини Б</b>								
Поз. 6-1	Температура потоку сировини Б	Трубопровід з сировиною А	60 ... 80°С	По місцю	Термометр опору, R <sub>0</sub> =50 Ом, -50...180°С , I <sub>вимір/мак</sub> =5 мА, W <sub>100</sub> =1,4280	50М	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
Поз. 6-2	Температура потоку сировини Б	-	-	По місцю	Перетворювач сигналу від термометра опору ТСМ для передачі сигналу 4...20 мА до пульта керування	БПО-32	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 6-3	Температура потоку сировини Б та сигналізація	-	60 ... 80°С	На пульті керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-17-К01, вихід АО1= 4...20 мА	ІТМ-11	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
КМ2	Технологічна сигналізація	-	-	На пульті керування	Реле електромагнітне, контакти АС1 16А/250V,	RM63	1	м. Київ, вул. Лепсе 4,

					контакти DC1 16A/24V? max живлення AC 400V/DC 24 V			«СВ АЛЬТЕРА»
HL2	Технологічна сигналізація	-	60 ... 80°C	На пульті керування	Лампа «червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю E27/27	Б215-225-40		м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
<b>Регулювання температури суміші на виході хімічного реактора</b>								
Поз. 7-1	Температура потоку суміші на виході реактора	Трубопровід суміші	130...150°C	По місцю	Термометр опору, R <sub>0</sub> =50 Ом, -50...180°C , I <sub>вимір/мах</sub> =5 мА, W <sub>100</sub> =1,4280	50М	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
Поз. 7-2	Температура потоку суміші на виході реактора	-	-	По місцю	Перетворювач сигналу від термометра опору ТСМ для передачі сигналу 4...20 мА до пульта керування	БПО-32	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 7-3	Температура потоку суміші на виході реактора		130...150°C	На пульті керування	ПД-регулятор багатофункціональний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-28К-11, вихід АО1= 4...20мА	МК-21	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 7-4	Управління вихідним сигналом регулятора	-	-	На пульті керування	Блок ручного управління, АП1= 4...20мА, живлення 220 В, АО1= 4...20мА, плата комутацій КБЗ-24-19	БРУ-7	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 7-5	Перетворювач вихідного сигналу регулятора	-	-	На корпусі регулювального клапану	Перетворювач електричного сигналу в пневматичний сигнал, АП1= 4...20мА / 0,2...1,0 кг/см <sup>2</sup> , з влаштуванням	ЭПП-300	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО

					електричним контролером положення штоку клапану, АО1= 4...20мА			СОФТЕК»
Поз. 7-6	Регулювання витрати сировини А	-	130...150°C	Вхідний трубопро від пари	Пневматичний й регулювальний клапан, Ду=150, Ру=25, температура до 225°C	РУСТ 510-1	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»
<b>Дистанційне управління електромотором М1</b>								
МП1	Вмик/Вимик живлення 380 В, М1	Насос потоку сировини А	380 В, 10 кВт	На пульті керування	Магнітний пускач, роб. струм 23 А, допустима потужність електромотора 10кВт живлення 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ-222	1	м. Київ вул. Магнітогорська 1а «ТЕХНОТОН»
SA1	Вмик/Вимик живлення до МП1	-	220 В	На пульті керування	Кулачковий перемикач ланцюга живлення МП1, 220 В	4G25-10-US5-R112	1	м. Івано-Франківськ, вул. Красівського, 20
SB1	Вимикання живлення М1	-	220 В	На пульті керування	Кнопка управління, типу АСКО, червона «Старт»	XB2-BA31	1	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а, «ТЕХНОТОН»
HL3	Сигналізація вимикання живлення М1	-	220 В	На пульті керування	Лампа «червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю Е27/27	Б215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
SB2	Вмикання живлення М1	-	220 В	На пульті керування	Кнопка управління, типу АСКО, зелена «Старт»	XB2-BA42	1	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а, «ТЕХНОТОН»

HL4	Сигналізація вмикання живлення M1	-	220 В	На пульті керування	Лампа «зелена», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю E27/27	B215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
<b>Дистанційне управління електромотором M2</b>								
MP2	Вмик/Вимик живлення 380 В, M2	Змішувач хімічного реактора	380 В, 10 кВт	На пульті керування	Магнітний пускач, роб. струм 23 А, допустима потужність електромотора 10кВт живлення 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ-222	1	м. Київ вул. Магнітогорська 1а «ТЕХНОТОН»
SA2	Вмик/Вимик живлення до MP2	-	220 В	На пульті керування	Кулачковий перемикач ланцюга живлення MP2, 220 В	4G25-10-US5-R112	1	м. Івано-Франківськ, вул. Красівського, 20
SB3	Вимикання живлення M2	-	220 В	На пульті керування	Кнопка з підсвічуванням, червона, рівень захисту IP 66, 220 В,	ELFIN030	1	м. Київ вул. Кіквідзе. 43 ООО «КВК-Електро»
SB4	Вмикання живлення M2	-	220 В	На пульті керування	Кнопка з підсвічуванням, зелена, рівень захисту IP 66, 220 В,	ELFIN030	1	м. Київ вул. Кіквідзе. 43 ООО «КВК-Електро»
<b>Дистанційне управління електромотором M3</b>								
MP3	Вмик/Вимик живлення 380 В, M3	Насос потоку сировини А	380 В, 10 кВт	На пульті керування	Магнітний пускач, роб. струм 23 А, допустима потужність електромотора 10кВт живлення 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ-222	1	м. Київ вул. Магнітогорська 1а «ТЕХНОТОН»
SA3	Вмик/Вимик живлення до MP3	-	220 В	На пульті керування	Кулачковий перемикач ланцюга живлення MP3 220 В	4G25-10-US5-R112	1	м. Івано-Франківськ, вул. Красівського, 20

SB5	Вимикання живлення M1	-	220 В	На пульті керування	Кнопка управління, типу АСКО, червона «Стоп»	XB2-BA31	1	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а, «ТЕХНОТОН»
HL5	Сигналізація вимикання живлення M1	-	220 В	На пульті керування	Лампа «червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю E27/27	B215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
SB6	Вмикання живлення M1	-	220 В	На пульті керування	Кнопка управління, типу АСКО, зелена «Старт»	XB2-BA42	1	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а, «ТЕХНОТОН»
HL6	Сигналізація вмикання живлення M1	-	220 В	На пульті	Лампа «зелена», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю E27/27	B215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»

### ПРИКЛАД СПЕЦИФІКАЦІЇ НА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ

Таблиця додатку 9.2. до принципової електричної схеми дистанційного управління електромотором M1 з системою аварійного захисту і технологічних блокувань у аварійних ситуаціях (рис. 12)

Позиція на схемі	Назва параметру	Середовище і місце контролю	Граничні значення параметру	Місце монтажу	Назва пристрою і характеристика	Тип моделі	Кількість	Виробник, постачальник
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Дистанційне вмикання та вимикання живлення електромотора M1 насосу сировини А</b>								
FP1, FP2	Контроль струму у ланцюгу	Ланцюг живлення після	0 ... 25 А	По місцю	Автоматичний вимикач з тепловим реле, струм відключення 25 А, 380 В,	КЭАЗ серія ВА13-25-	2	м. Харків провулок Монгольський

	живлень обмоток мотору М1	контактів магнітного пускача МП1			50 Гц., час відключення 0,05 с.	380.		6, www.keaz.ru
SA1	Вмик/Вимик ланцюга живлення до МП1	Ланцюг між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Кулачковий перемикач ланцюга живлення до магнітного пускача МП1, 220 В	4G25-10-US5-R112	1	м. Івано-Франківськ, вул. Красівського, 20
FU1	Запобіжний контроль струму у ланцюгу живлення до пускача МП1	Ланцюг між фазою С та фазою N	10 А	На пульті керування	Плавкий запобіжник МАХ струм 10 А, ГОСТ 17242, 220 В, контакти з електротехнічної міді, ТУ 3424-050-057581109-2009	КЭАЗ НПН2-60-У3, 10 А	1	м. Харків провулок Монгольський 6, www.keaz.ru
SB1	Вимикання живлення для пускача МП1	Ланцюг між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Кнопка управління, типу АСКО, червона «Стоп»	XB2-BA31	1	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а, «ТЕХНОТОН»
SB2	Вмикання живлення для пускача МП1	Ланцюг між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Кнопка управління, типу АСКО, зелена «Пуск»	XB2-BA42	1	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а, «ТЕХНОТОН»
МП1	Вмик/Вимик живлення 380 В для мотора М1 та 220 В для сигнальних лампочок HL1, HL2	Відцентровий насос трубопроводу сировини А на вході у хімічний реактор	380 В, 10 кВт	На пульті керування	Магнітний пускач, роб. струм 23 А, допустима потужність електромотора 10 кВт живлення 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ-222	1	м. Київ вул. Магнітогорська 1а «ТЕХНОТОН»

HL1	Сигналізація вимикання живлення мотора М1 відцентрового насосу	Ланцюг між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Лампа «червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю E27/27	Б215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
HL2	Сигналізація про вмикання живлення мотора М1	Ланцюг між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Лампа «зелена», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю E27/27	Б215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
KM1	Дискретний сигнал системи аварійного захисту мотора М1	Ланцюг струму між платою КБЗ-17К-01і блоком живлення 24V	24 V	На пульті керування	Реле електромагнітне, жив/тах AC 400V/DC24V контакти AC1 16A/250V, контакти DC1 16A/24V,	RM63	1	м. Київ, вул. Лепсе 4, «СВ АЛЬТЕРА»
KM2	Дискретний сигнал системи аварійного захисту мотора М1	Ланцюг струму між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Реле електромагнітне, жив/тах AC 400V/DC24V контакти AC1 16A/250V, контакти DC1 16A/24V,	RM63	1	м. Київ, вул. Лепсе 4, «СВ АЛЬТЕРА»
HL3	Сигналізація про аварію насосу з мотором М1	Ланцюг струму між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Лампа «червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год, тип цоколю E27/27	Б215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
HL4	Сигналізація о спрацюванні системи аварійного захисту мотора М1	Ланцюг струму між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Лампа «червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 годин, тип цоколю E27/27	Б215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»



<p>БПС 24-2К</p>	<p>Напруга живлення 24 V</p>	<p>Ланцюг струму між платою КБЗ-17К-01і блоком живлення 24 V</p>	<p>24 V</p>	<p>На пульті керування</p>	<p>Блок живлення МІКРОЛ стабілізований: -номінальний струм навантаження на кожний канал живлення 300 mA; - забезпечується захист від перенавантаження та короткого замикання; - струм короткого замикання не більше 50 mA; - потужність споживання 30 ВА; - маса блока живлення 1,2 кг</p>	<p>БПС24-2к двоканальний</p>	<p>1</p>	<p>м. Івано-Франківськ, вул. Автолїтмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»</p>
<p>КБЗ-17К-01</p>	<p>Ланцюги підключення живлення 24 V</p>	<p>Плата клемно-блочних з'єднань ланцюгів системи аварійного захисту</p>	<p>24 V</p>	<p>На пульті керування</p>	<p>Плата клемно-блочних з'єднань приладу ІТМ-11: -на вході стандартні струми або вимірювальні пристрої; - на виході стандартні струмовий сигнал; - модуль інтерфейсу Rs-485 забезпечує швидкість лінії з'язку 62,6 кбит/с, кабель вітая пара, протокол ModBus, гальванічна ізоляція між входом – виходом, має реле для формування дискретних сигналів 24V.</p>	<p>КБЗ17К-01</p>	<p>1</p>	<p>м. Івано-Франківськ, вул. Автолїтмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»</p>

PIAS Поз. 7-2	Значення тиску у трубопроводі на виході відцентрового насосу	–	–	На пульті керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-17-К01, вихід АО1= 4...20 мА	ІТМ-11	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
VD1	Струм у ланцюгу реле КМ1		Струм 0,5 А	На пульті керування	Діод марки КД209 для зменшення струму самоіндукції на контактах DO1, DO2, розрахункові зворотні: напруга 100 В; струм 0,5 А.	КД209	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
РТ Поз. 7-1	Тиск у трубопроводі на виході відцентрового насосу	Трубопровід на виході відцентрового насосу	0...10 Мпа	По місцю	Перетворювач мікропроцесорний надлишкового тиску: - різьба для кріплення М20х1,5; - різьба для гідравлічного дроселя М4 для захисту від гідравлічних ударів; - корпус сталь нержавіюча 12Х18Н10Т; - вихідний сигнал постійного струму 4...20 мА; захист корпусу ІР65.	ОВЕН ПД100-ДИМ	1	АЯ 7497 м. Харків вул.. Широнинцева, 3А, www.owen.ru

## ПРИКЛАД СПЕЦИФІКАЦІЇ НА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ

Таблиця додатку 9.3.

до принципової електричної схеми системи дистанційного управління електромоторами М1, М2, М3 (рис. 6)

Позиція на схемі	Назва параметру	Середовище і місце контролю	Граничні значення параметру	Місце монтажу	Назва пристрою і характеристика	Тип моделі	Кількість	Виробник, постачальник
1	2	3	4	5	6	7	8	9
FP1, FP2, FP3, FP4, FP5, FP6	Контроль струму у ланцюгу живлень обмоток моторів М1, М2 та М3	Ланцюг живлення після контактів магнітних пускачів МП1, МП2, МП3	0 ... 25 А	По місцю	Автоматичний вимикач з тепловим реле, струм відключення 25 А, 380 В, 50 Гц., час відключення 0,05 с.	КЭАЗ серія ВА13-25-380.	6	м. Харків провулок Монгольський 6, www.keaz.ru
SA1, SA2, SA3	Вмикання та вимикання ланцюгів живлення до МП1, МП2, МП3	Ланцюг між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Кулачковий перемикач ланцюга живлення до магнітного пускача МП1, МП2, МП3	4G25-10-US5-R112	3	м. Івано-Франківськ, вул. Красівського, 20
FU1, FU2, FU3	Запобіжний контроль струму у ланцюгах живлення до пускачів МП1, МП2, МП3	Ланцюг між фазою С та фазою N	10 А	На пульті керування	Плавкий запобіжник МАХ струм 10 А, ГОСТ 17242, 220 В, контакти з електротехнічної міді, ТУ 3424-050-057581109-2009	КЭАЗ НПН2-60-У3, 10 А	3	м. Харків провулок Монгольський 6, www.keaz.ru

SB1, SB3, SB5	Вимикання живлення для пускачів МП1, МП2, МП3	Ланцюг між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Кнопка управління, типу АСКО, червона «Стоп»	XB2-BA31	3	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а, «ТЕХНОТОН»
SB2, SB4, SB6	Вмикання живлення для пускачів МП1, МП2, МП3	Ланцюг між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Кнопка управління, типу АСКО, зелена «Пуск»	XB2-BA42	3	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а, «ТЕХНОТОН»
МП1, МП2, МП3	Вмик/Вимик живлення 380 В для моторів М1, М2, М3 та 220 В для сигнальних лампочок HL1, HL2, HL3, HL4, HL5, HL6	Електромагніти у пускачів М1, М2, М3	380 В, 10 кВт	На пульті керування	Магнітний пускач, робочий струм до 23 А, допустима потужність електромотора 10 кВт живлення 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ-222	3	м. Київ вул. Магнітогорська 1а «ТЕХНОТОН»
HL1, HL3, HL5	Сигналізація вимикання живлення моторів М1, М2, М3	Ланцюг між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Лампа «червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю Е27/27	Б215-225-40	3	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
HL2, HL4, HL6	Сигналізація про вмикання живлення моторів М1, М2, М3	Ланцюг між фазою С та фазою N	220 В	На пульті керування	Лампа «зелена», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю Е27/27	Б215-225-40	3	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»