

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання індивідуального домашнього завдання з курсу

«Програмне забезпечення МПС»

(*IEC*-програмування ПЛК)

для студентів напряму підготовки 050202

«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

денної та заочної форм навчання

Затверджено

редакційно-видавничою

радою університету,

протокол № 1 від 04.06.2014 р.

Харків

НТУ «ХП»

2014

Методичні вказівки до виконання індивідуального домашнього завдання з курсу «Програмне забезпечення мікропроцесорних систем» (*IEC*-програмування ПЛК) для студентів напряму підготовки 050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання /уклад. Лисаченко І.Г., Подустов М.О., Шутинський О.Г., Лобойко В.О. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – 32 с.

Укладачі: І.Г. Лисаченко, М.О. Подустов, О.Г. Шутинський, В.О. Лобойко

Рецензент: О.М. Дзевочко

Кафедра автоматизації хіміко-технологічних систем
та екологічного моніторингу

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Метою виконання індивідуального домашнього завдання (ІДЗ) є зміцнення та поглиблення знань та вмінь, що отримані студентами під час проведення лекційних та лабораторних занять.

Основним завданням є розроблення прикладного програмного забезпечення (ППЗ) для системи управління на базі мікропроцесорних промислових контролерів вільного програмування (ПЛК).

Для розроблення ППЗ необхідно використати комплекс програмування контролерів *CoDeSys V2.3* [1, 2] (скорочення від *Controllers Development System*), який розроблений компанією *3S – Smart Software Solutions GmbH* (Німеччина) [3]. Вказане середовище повністю відповідає вимогам стандарту *IEC61131-3* та використовується для створення ППЗ для систем управління на базі мікропроцесорних промислових контролерів вільного програмування *ПЛК100/150/154* виробництва компанії «ОВЕН» (Російська Федерація). Опис основних принципів роботи з контролерами та середовищем їхнього програмування наведено в роботах [4, 5, 6], а технічну підтримку та додаткову інформацію можна одержати за електронною адресою [7] в *Internet*.

Під час виконання ІДЗ студент повинен на основі аналізу алгоритму функціонування об'єкта розробити алгоритм управління установкою, обґрунтувати вибір моделі і модифікації ПЛК та розробити ППЗ. При цьому студент повинен продемонструвати навички роботи в середовищі *CoDeSys* щодо розроблення ППЗ, тобто створення проекту з використанням різних технологічних мов програмування, користуючись спеціальним програмним забезпеченням для завантаження та налагодження програми користувача.

Завдання для виконання ІДЗ студент отримує у вигляді опису алгоритму управління об'єктом, який поданий у вигляді технологічної або машинно-апаратної схеми автоматизації, на яку нанесені датчики і виконавчі механізми з переліком основних режимів роботи та функціональних вимог для забезпечення нормальної роботи технологічного об'єкта управління. Варіанти завдань наведено в додатку.

Для одного і того самого технологічного об'єкта управління можуть бути запропоновані різні експлуатаційні (технологічні) режими: запуск та зупинення установки, умови забезпечення її нормального функціонування і реагування на виникнення різних нештатних та аварійних ситуацій. Вимоги до функціонування об'єкта можуть бути задані у вигляді технологічних режимних або рецептурних

карт, а також функціональних циклограм. Однією із складових завдання на розроблення ІДЗ є визначення процесів та алгоритмів, що підлягають імітаційному моделюванню під час розроблення ППЗ.

Індивідуальне домашнє завдання виконується за кілька етапів:

- перший – розроблення блок-схеми алгоритму управління об'єктом;
- другий – вибір конфігурації контролера; розроблення схеми підключення датчиків, виконавчих механізмів та інших пристроїв системи управління до вхідних і вихідних модулів контролера; складання таблиці зовнішніх сигналів;
- третій – розроблення ППЗ для реалізації алгоритму управління для вибраного типу ПЛК;
- четвертий – налагодження ППЗ на діючому обладнанні.

Після виконання ІДЗ необхідно за допомогою вбудованих засобів документування в середовищі *CoDeSys* провести документування готового проекту з ППЗ. Крім того, за допомогою функції *Print_Screen* необхідно зробити скриншоти екранів з візуалізаціями проекту в запущеному стані. Також в пояснювальній записці потрібно навести потрібні схеми, таблиці та пояснення.

На етапі захисту ІДЗ, крім електронних матеріалів (проект з ППЗ), студент повинен подати звіт про результати виконаної роботи у друкованому вигляді. Звіт повинен складатись з таких обов'язкових елементів згідно з вимогами нормоконтролю:

- а) титульного аркуша (оформлення відповідно до вимог стандартів);
- б) аркуша із завданням (текст завдання та функціональна схема об'єкта);
- в) обґрунтування технічних рішень для реалізації завдання (типи датчиків, виконавчих механізмів, модель ПЛК);
- г) роздруків лістингу проекту з усіма отриманими результатами у вигляді скриншотів;
- д) висновків та рекомендацій щодо застосування ППЗ.

Всього звіт повинен складати не більше 15 аркушів формату А4 з дотриманням всіх правил та норм оформлення.

Захист проекту здійснюється індивідуально, у позанавчальний час (на 15–16 тижнях семестру, до початку залікового тижня), з підтвердженням результатів безпосередньо на ПК та стендах. Студенти заочної форми навчання захищають проект напередодні проведення іспиту.

2. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

2.1. Розроблення алгоритму управління

Алгоритм управління складається для кращого розуміння суті технологічного процесу, систематизації та структурування процесу обробки інформації, а також вироблення необхідної послідовності управляючих дій для забезпечення нормального функціонування установки. Алгоритм управління є універсальним носієм інформації і не залежить від типу та моделі контролера, на якому цей алгоритм буде реалізований. Тому при описі алгоритму і окремих його складових необхідно користуватись загальними назвами інформаційних сигналів і управляючих дій. Наприклад, «Якщо рівень в апараті досяг максимального значення», «Відкрити клапан подачі пари» тощо.

Приклад виконання окремих етапів ІДЗ розглянемо для об'єкта, спрощена схема автоматизації якого наведена на рис. 1.

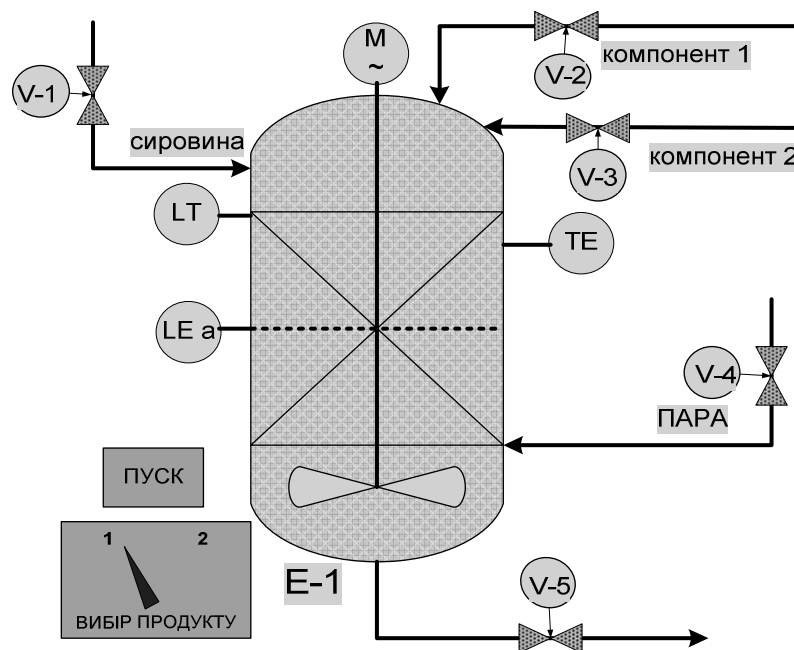


Рисунок 1 – Схема автоматизації об'єкта управління

Алгоритм функціонування установки

Перед запуском робочого циклу установки перемикачем вибирають «Вид продукту». Далі натискається кнопка «Пуск». Якщо ємність установки порожня, починається робочий цикл, якщо ні – закриваються всі клапани, крім клапана V-5, і апарат спорожнюється від залишків продукту. Коли ємність стане порожньою клапан V-5 закривається і відкривається клапан V-1. Сировина заповнює ємність до рівня *LEa*. Після цього клапан V-1 закривається і вмикається мішалка M. Далі процес

залежить від вибору типу продукту. Якщо вибраний тип продукції № 1, відкривається клапан V-2 і компонент № 1 заповнює апарат до $L_{зад}$, який дорівнює 80% за показами рівнеміра LT . Клапан V-2 закривається, повністю відкривається аналоговий клапан V-4 і пара починає надходити в апарат. Коли температура в апараті досягне заданого значення $t_{зад} = 70$ °С (діапазон вимірювання температури 0–120 °С), вмикається регулятор температури, який підтримує задане значення протягом 15 хвилин. Після чого регулятор відключається, клапан V-4 повністю закривається, відкривається клапан V-5 й апарат спорожнюється. Далі установка може бути використана для наступного робочого циклу. Робочий цикл для продукції № 2 відрізняється тим, що за допомогою клапану V-3 в апарат подається компонент № 2, з такими параметрами регулювання: $L_{зад} = 90$ %, $t_{зад} = 75$ °С, час підтримання заданої температури продукту – 10 хвилин.

Для зображення алгоритму управління у вигляді блок-схеми використовуються загальноприйняті умовні позначення, які застосовуються для опису алгоритмів програмування. Основні позначення згідно з ГОСТ 19.701-90 наведено в табл. 1.

Приклад блок-схеми алгоритму управління для наведеного об'єкта показано на рис. 2.

2.2. Вибір конфігурації контролера

2.2.1. Схеми автоматизації

Для вибору моделі контролера і його конфігурації необхідно визначитись з переліком технічних засобів автоматизації, які будуть використовуватись для реалізації алгоритму управління. При цьому дуже важливо знати параметри сигналів від датчиків і на виконавчі механізми. На рис. 3 наведена спрощена функціональна схема автоматизації, на якій показані датчики і виконавчі механізми, а також типи сигналів для їх підключення до ПЛК.

Вибір технічних засобів для автоматизації технологічного процесу

1. Для безперервного вимірювання рівня (LT) – ультразвуковий рівнемір з вихідним сигналом 0–20 мА. При підключенні до ПЛК – вхідний аналоговий сигнал (01).

2. Для сигналізації досягнення рівня «а» (LE) – ємнісний сигналізатор рівня. Вхідний дискретний сигнал (01).

3. Для вимірювання температури (TE) – термометр опору з вбудованим нормуючим перетворювачем і вихідним сигналом 0–20 мА. Вхідний аналоговий сигнал (02).

4. Кнопка «Пуск» (SB) – вхідний дискретний сигнал (02).

5. Перемикач (виду продукції) (*SA*) – два вхідних дискретних сигнали: 03 – при виборі виду продукції № 1, 04 – при виборі виду продукції № 2.

6. Клапани *V-1*, *V-2*, *V-3*, *V-5* – дискретні електричні клапани. Чотири дискретних вихідних сигнали – 02, 04, 05, 03.

7. Управління мішалкою за допомогою електромагнітного пускача. Дискретний вихідний сигнал – 01.

8. Клапан *V-4* – пневматичний клапан з аналоговим електропневматичним перетворювачем. Управляючий сигнал 0–20 мА. Аналоговий вихідний сигнал – 01.

Таблиця 1 – Позначення елементів алгоритму

Умовне позначення	Опис алгоритму	Умовне позначення	Опис алгоритму
	Термінатор. Вихід «до» або вхід «з» зовнішнього середовища		Дані. Символ відображає дані з невизначеним носієм
	Символ відображає функцію оброблення даних будь-якого типу. Виконання однієї або групи операцій		Символ відображає наперед визначений процес , що складається з однієї або групи операцій
	Символ відображає рішення або функцію перемикального типу. Визначає, по якому з кількох альтернативних виходів піде виконання алгоритму далі		З'єднувач. Відображає вихід в одну частину схеми або вихід з іншої. Відповідні з'єднувачі повинні мати унікальні ідентифікатори
	Ручне введення. Відображає дані, що вводяться вручну за допомогою будь-яких пристроїв (клавіатура, кнопка, перемикач тощо)		Підготовка даних. Символ відображає модифікацію команди з метою впливу на наступну функцію (модифікація індексу)

Примітка. Усі потрібні символи є в наявності в текстовому редакторі *Microsoft Word* в панелі інструментів «Рисование», інструмент «Автофігури», вкладці «Блок-схема».

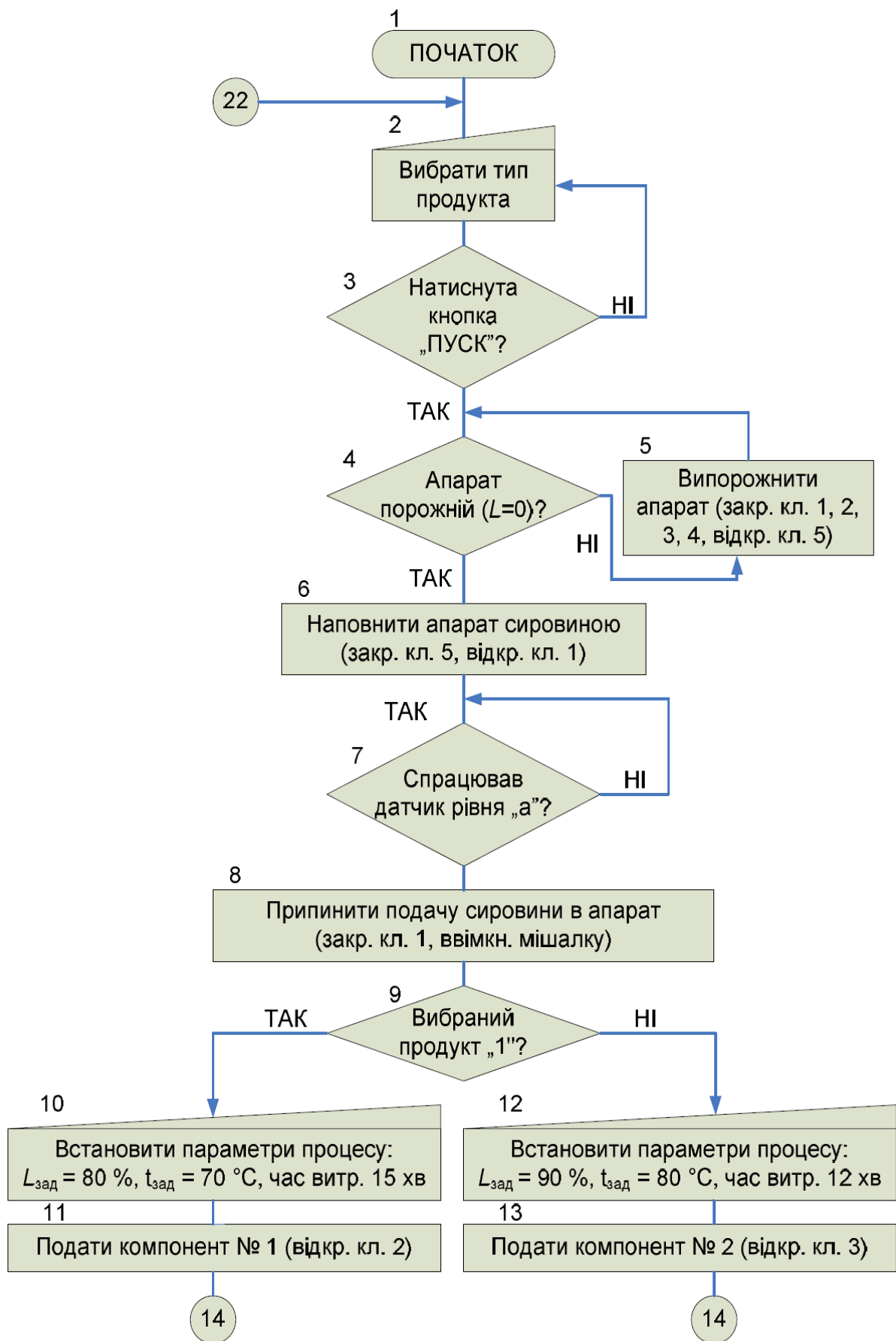


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму управління (початок)

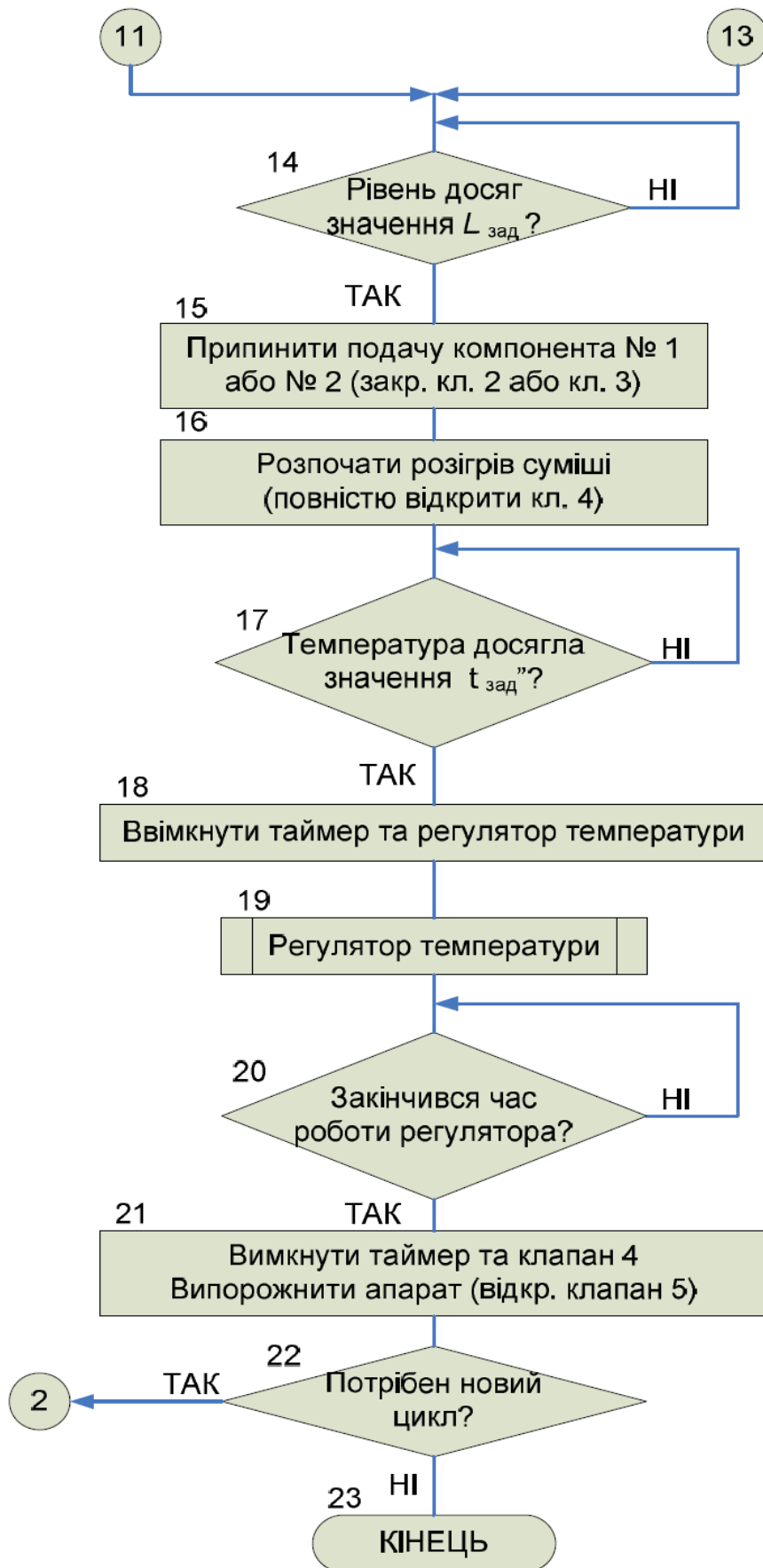


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму управління (закінчення)

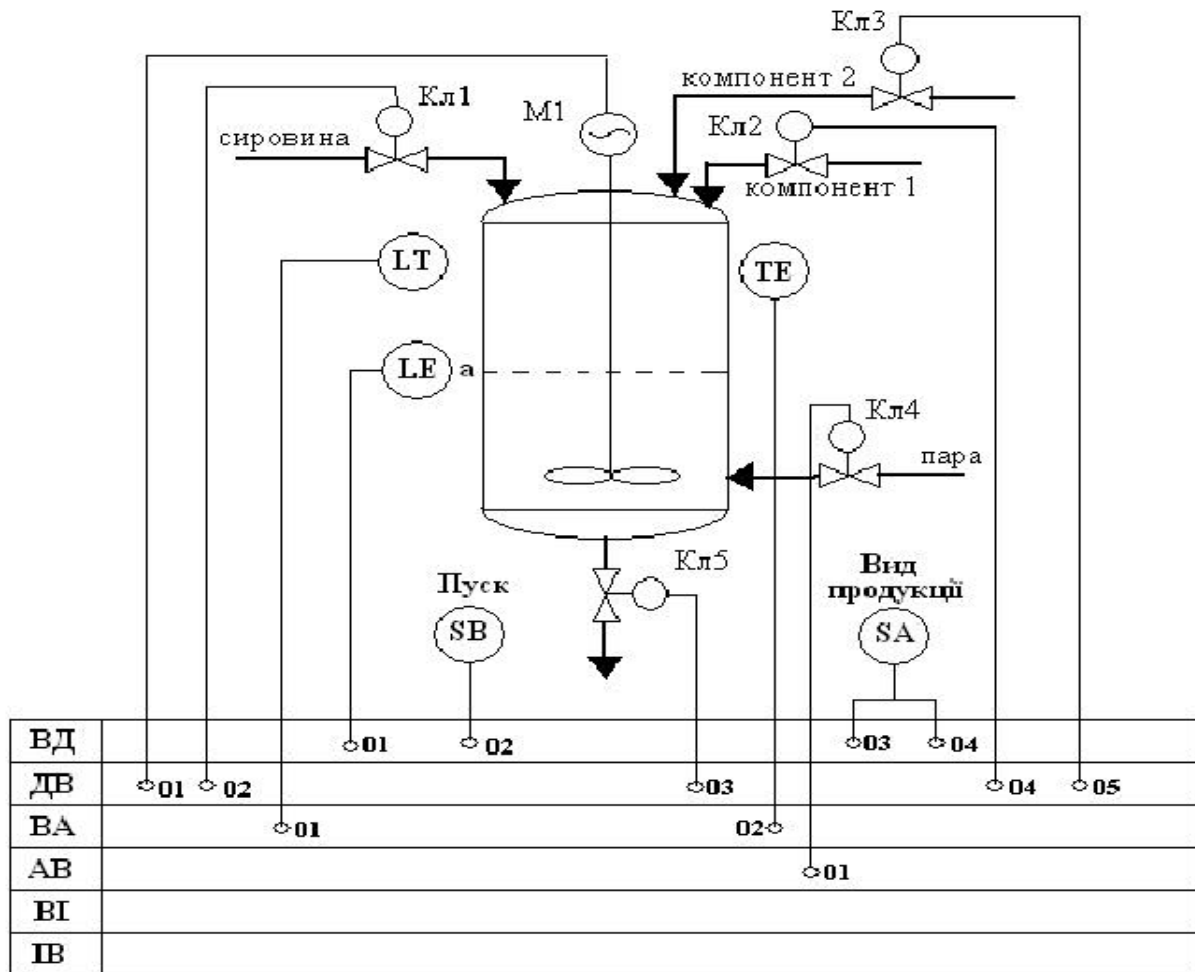


Рисунок 3 – Спрощена схема автоматизації:

ВД – входи дискретні; ДВ – дискретні виходи; ВА – входи аналогові;
 АВ – аналогові виходи; ВІ – входи імпульсні; ІВ – імпульсні виходи

Таким чином для управління об'єктом потрібний ПЛК, який забезпечує підключення: 4 дискретних входних сигналів, 5 дискретних вихідних сигналів, 2 входних аналогових сигнали 0–20 мА та одного аналогового вихідного сигналу 0–10 В.

2.2.2. Конфігурування ресурсів ПЛК

Для вибору конкретного ПЛК необхідно виходити з кількості доступних входів/виходів та типів сигналів: аналогових або дискретних. Інформація про технічні характеристики деяких моделей ПЛК ОВЕН наведена в табл. 2. Більше відомостей про склад, технічні характеристики та принципи використання ПЛК ОВЕН 100-ої серії можна отримати з електронного джерела [7].

Схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК серій 100/150/154 наведені на рис. 4 а, б, в, г, д.

Таблиця 2 – Технічні характеристики ПЛК ОВЕН 100-ої серії

Тип ПЛК	Дискретні входи	Аналогові входи	Дискретні виходи	Аналогові виходи
ПЛК100-220 Р К	8 «сухий контакт»	немає	6 реле 12 транз. ключів	немає
ПЛК150-220 И У А	6 «сухий контакт»	4	4 реле	2 ЦАП (4...20 мА) 2 ЦАП (0...10 В) 2 унів. ЦАП (4...20 мА або 0...10 В)
ПЛК154-220 И У А	4 «сухий контакт»	4	4 реле	4 ЦАП (4...20 мА) 4 ЦАП (0...10 В) 4 унів. ЦАП (4...20 мА або 0...10 В)

На схемах під'єднання дискретних виконавчих механізмів зроблено спрощення, яке полягає у тому, що виконавчі механізми підключені безпосередньо до дискретних виходів. При цьому треба пам'ятати, що дискретні вихідні модулі мають транзисторні ключі, які можуть комутувати ланцюги постійної напруги до 24 В з струмом комутації тільки до 150 мА або релейні виходи можуть комутувати ланцюги напруги до 220 В з струмом комутації до 4 А. Тому, якщо струм спрацьовування виконавчого механізму є більшим, необхідно використовувати реле (наприклад пускач типу *ПБР-2М*), через контакти якого будуть підключатись виконавчі механізми.

В якості управляючого приладу оберемо модель *ПЛК150-220.А.Л* з універсальними аналоговими виходами. Відповідно до схем підключення визначимо адреси зовнішніх вхідних та вихідних сигналів, які наведені у табл. 3.

Зробимо деякі зауваження. Хоча ПЛК *ОВЕН150* має на борту лише чотири дискретних виходи, а потрібно п'ять, можна скористатись тим, що перший або другий дискретні виходи мають реле з перекидним контактом (див. рис. 4, б). Це означає, що весь час буде активний той або інший контакт, тобто ввімкнений або клапан № 2, або клапан № 3. Тому для забезпечення одночасного вимкнення обох клапанів необхідно використати клапани двох типів – нормально закритого та но-

рмально відкритого, причому перший повинен бути підключеним до контакту *н.в.*, а другий – до контакту *н.з.* Наприклад, до контактів 15 та 17 каналу *DO1*. Для управління електроклапанами необхідна локальна змінна, яка буде застосована одночасно в прямому та інверсному вигляді.

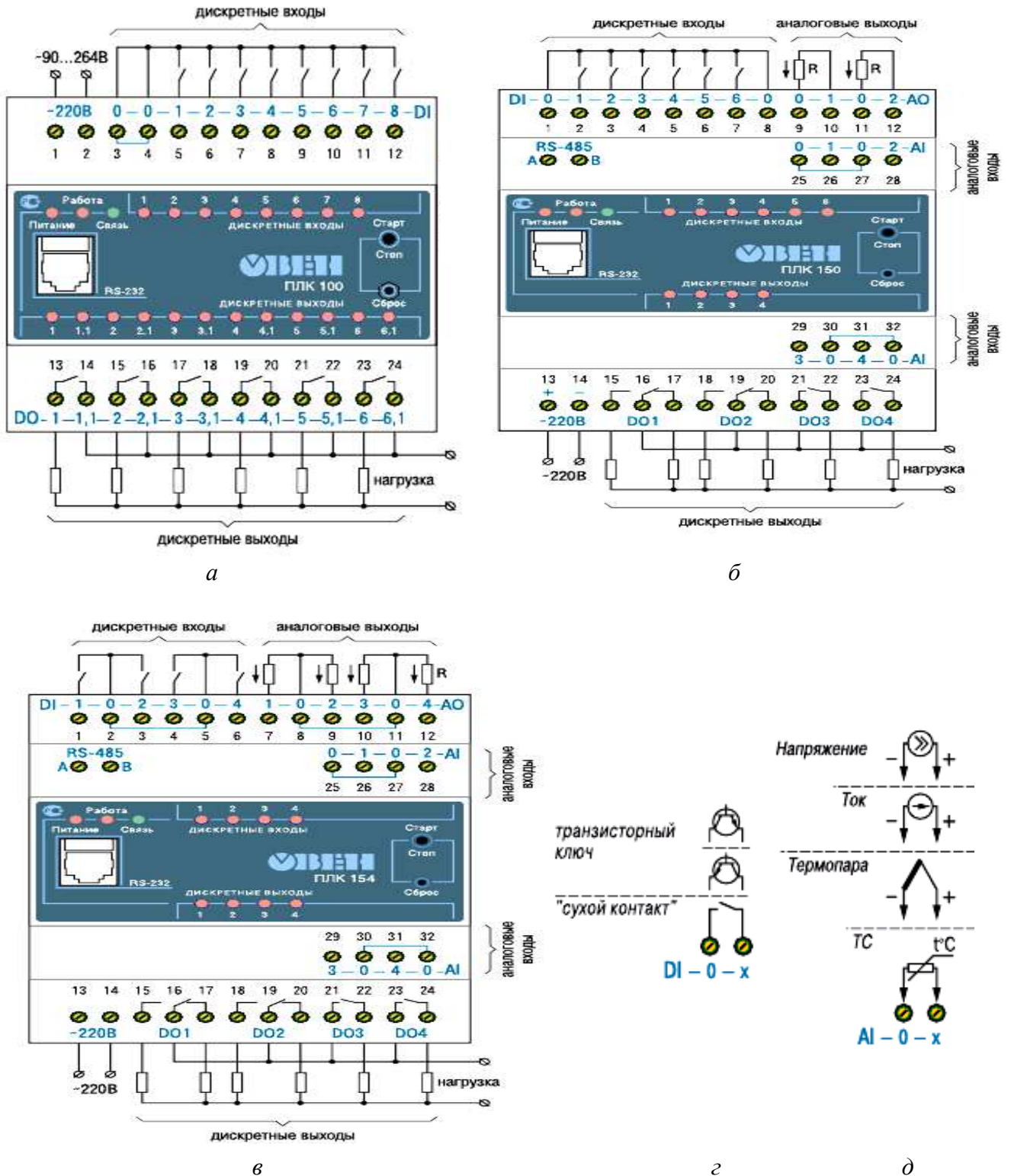


Рисунок 4 – Схеми підключення до входів та виходів ПЛК:
 а – до ПЛК100, б – до ПЛК150, в – до ПЛК154,
 з – дискретні датчики, д – аналогові датчики

Таблиця 3 – Адреса входів/виходів ПЛК150-220.A.L

Вхідні сигнали				
Джерело сигналу/ Виконавчий пристрій	Позначення на схемі автоматизації		Адреса входів ПЛК та ідентифікатори змінних	
			позначення на схемі	абсолютне/ символьне
Кнопка «ПУСК»	SB	ВД02	DI1	%IX0.0/PUSK
Сигналізатор рівня	LE	ВД01	DI2	%IX0.1/LEVEL_d
Перемикач вибору продукції: продукт № 1 продукт № 2	SA	ВД03	DI3	%IX0.2/PROD_1
		ВД04	DI4	%IX0.3/PROD_2
Датчик рівня	LT	ВА01	AI1	%ID3.0/LEVEL
Датчик температури	TE	ВА02	AI2	%ID4.0/TEMPER
Вихідні сигнали				
Магнітний пускач двигуна мішалки	M1	ДВ01	DO4	%IQ1.3/MOTOR
Клапан подачі сировини	V1	ДВ02	DO3	%IQ1.2/VALVE_1
Клапан зливу	V2	ДВ03	DO2	%IQ1.1/VALVE_5
Клапан подачі компонента № 1	V3	ДВ04	DO1/н.з.(17)	%IQ1.0 / VALVE_2_3
Клапан подачі компонента № 2	V4	ДВ05	DO1/н.о.(15)	
Клапан подачі пари	V5	АВ01	АО1	%IQ1.3 / PAR

2.3. Розроблення ППЗ для реалізації алгоритму управління

2.3.1. Розроблення програми користувача

Після запуску середовища *CoDeSys* для розробки ППЗ необхідно підключити потрібний таргет-файл, виходячи з вибраної моделі ПЛК. В меню вибору мови програмування *POU PLC_PRG* потрібно вибрати мову *SFC*. Ця мова найбільш прийнятна для створення програми послідовного управління установкою з дискретно-безперервним технологічним циклом. Далі необхідно провести конфігурування ресурсів ПЛК.

Конфігурування ПЛК

В основних параметрах налаштуйте мінімальне значення часу циклу роботи ПЛК на рівні 10 мс. Далі налаштуйте входи та виходи ПЛК відповідно до параметрів табл. 3. В результаті отримаємо конфігурацію ПЛК, яка зображена на рис. 5 у вигляді фрагмента скріншоту.

Розроблення програми управління (*POU PLC_PRG*)

Програма складається з послідовності «кроків» з «діями» та «переходів» з «умовами», які виконуються відповідно до алгоритму, який наведений на рис. 2.

Нижче наведено приклад можливої програми користувача на мові *SFC* для реалізації алгоритму управління. Зміст кроків та переходів показаний далі. В основній програмі праворуч наведені пояснювальні коментарі.

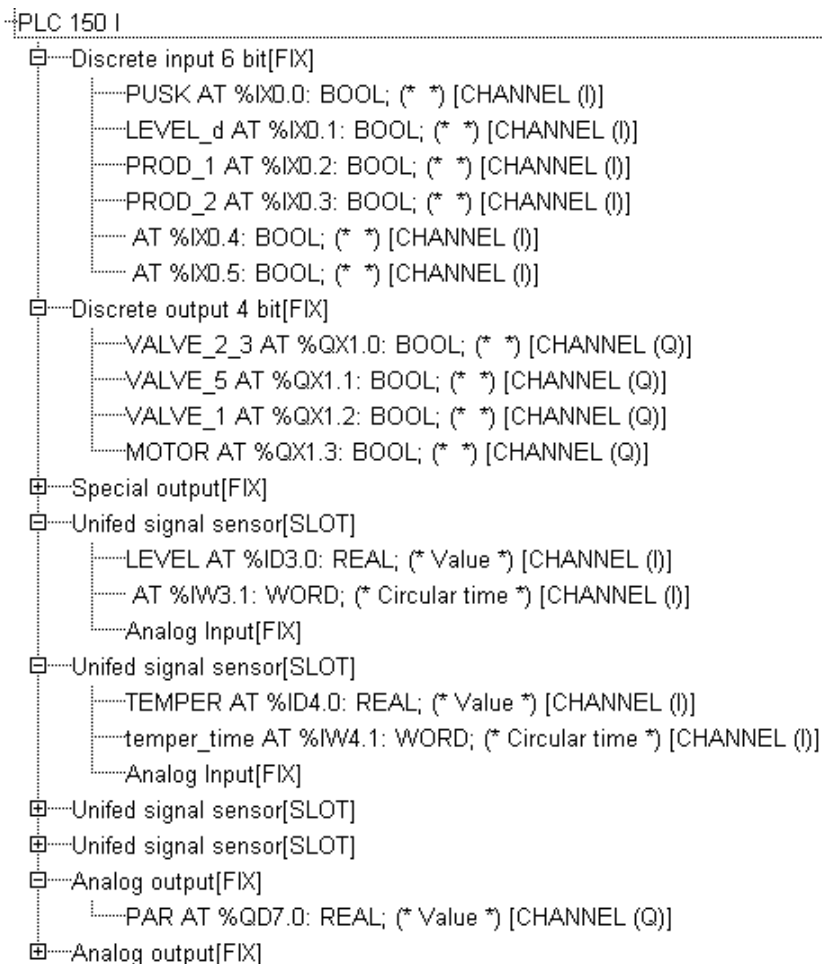


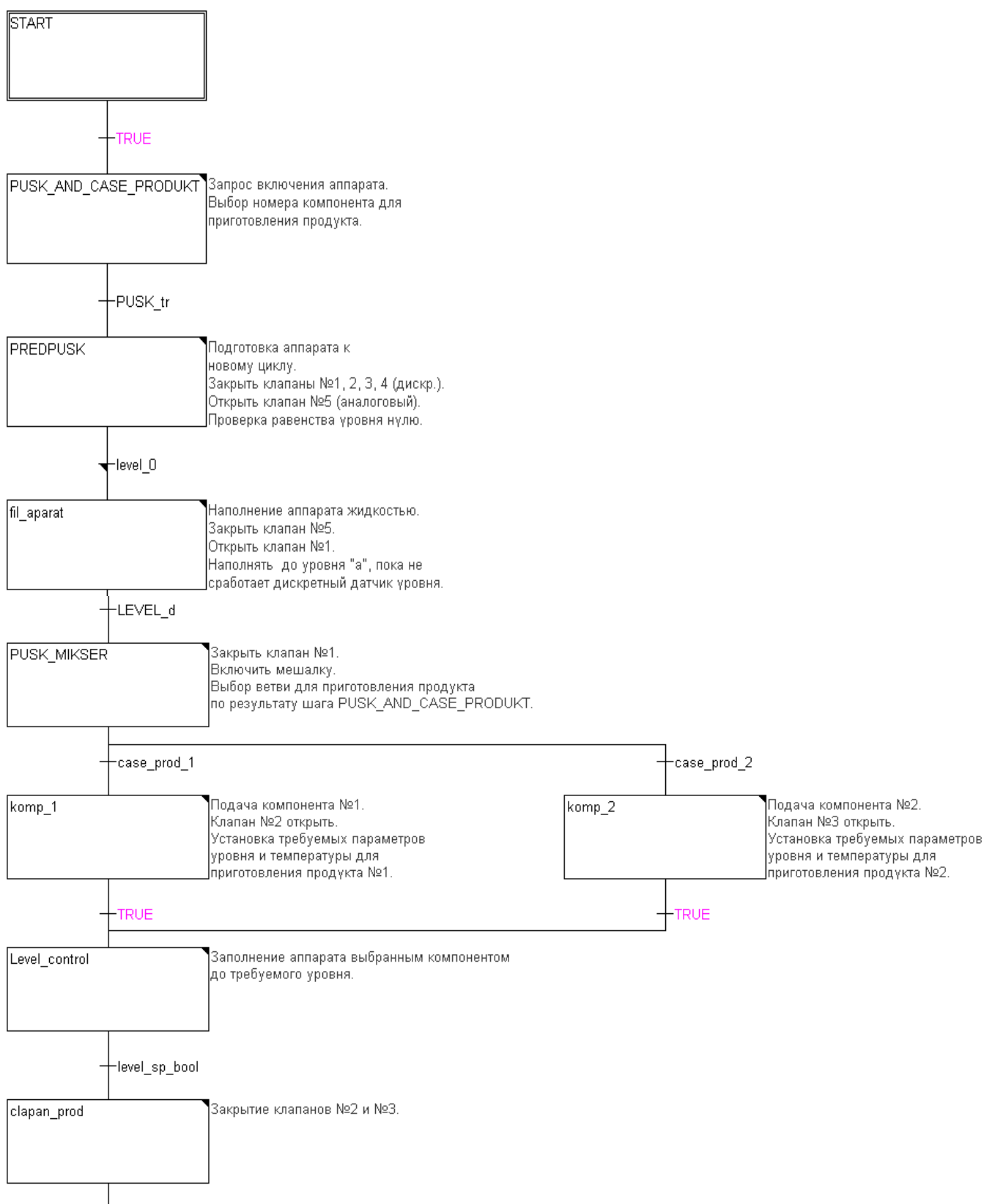
Рисунок 5 – Фрагмент конфігурації ПЛК

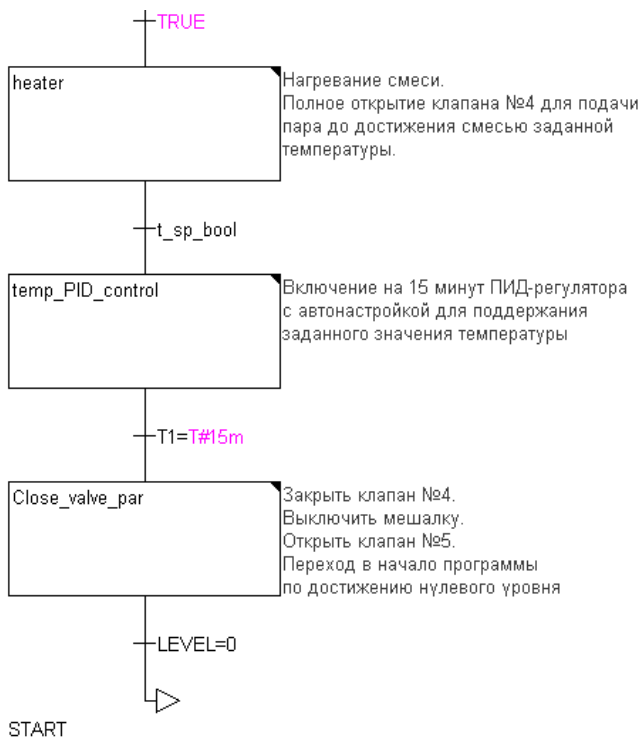
Отже, програма користувача буде виглядати так:

а) поле оголошення локальних змінних *POU PLC_PRG*:

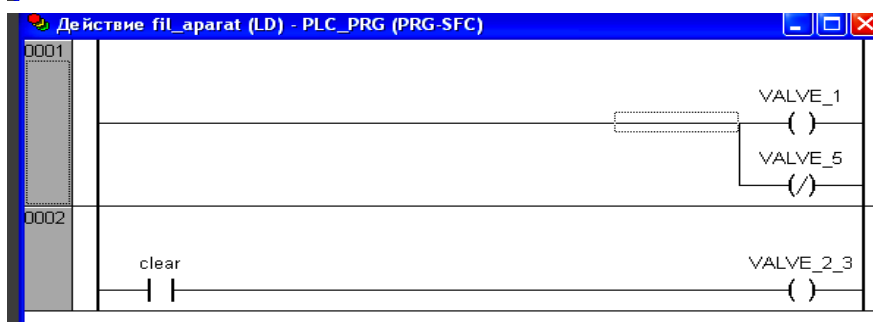
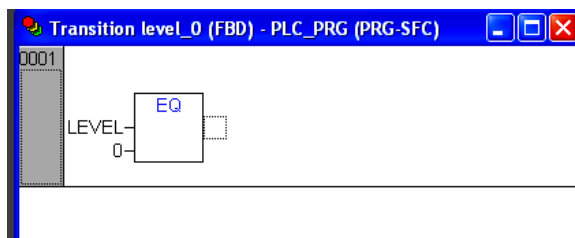
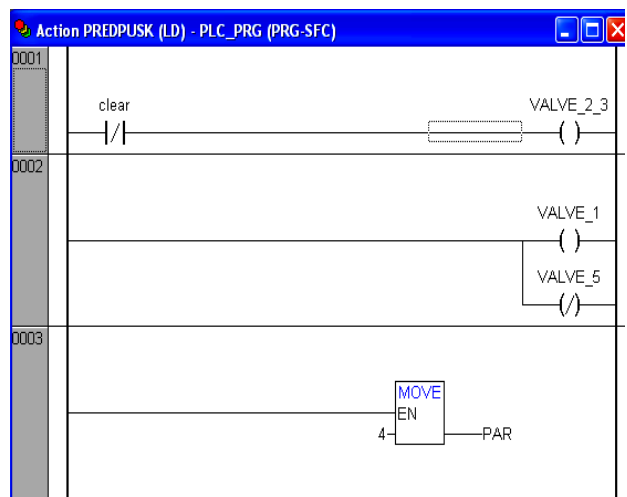
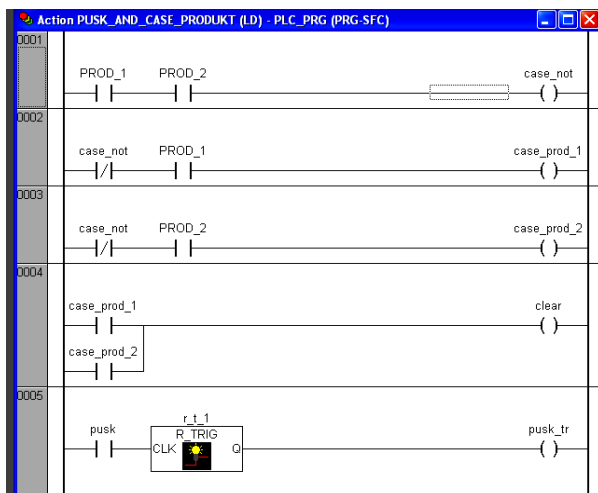
0001	PROGRAM PLC_PRG
0002	VAR
0003	case_prod_1: BOOL; (*флаг выбора приготовления продукта №1*)
0004	case_prod_2: BOOL; (*флаг выбора приготовления продукта №2*)
0005	case_not: BOOL; (*флаг отсутствия выбора продукта*)
0006	clear: BOOL; (*флаг для проведения подготовки аппарата к работе*)
0007	Level_sp: REAL; (*значение уставки значения уровня*)
0008	t_sp: REAL; (*значение уставки значения температуры*)
0009	level_sp_bool: BOOL; (*флаг достижения требуемого уровня*)
0010	t_sp_bool: BOOL; (*флаг достижения требуемой температуры*)
0011	pid_reg: PID_2POS_IM_ANR; (*ФБ из библиотеки OVEN для ПИД-регулирования*)
0012	lin_trafo_out: LIN_TRAFO; (*ФБ из библиотеки CoDeSys для масштабирование параметра*)
0013	r_t_1: R_TRIG; (*триггер для фиксации переднего фронта срабатывания кнопки "ПУСК"*)
0014	pusk_tr: BOOL; (*флаг для фиксации срабатывания триггера переднего фронта*)
0015	lin_trafo_2: LIN_TRAFO; (*флаг достижения требуемого уровня*)
0016	T1: TIME; (*время работы мешалки*)
0017	END_VAR

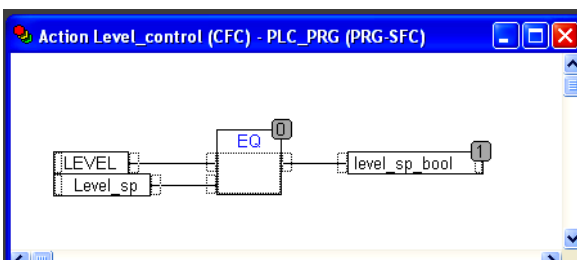
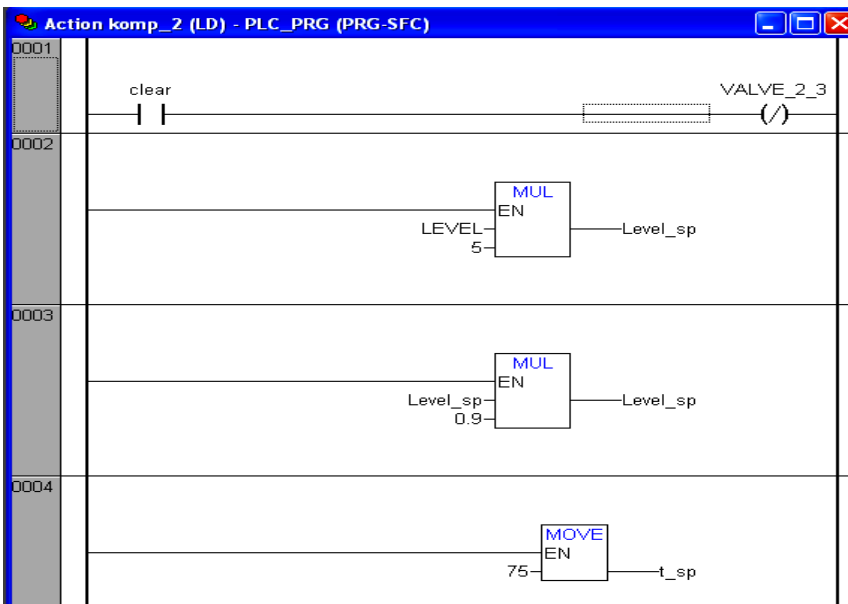
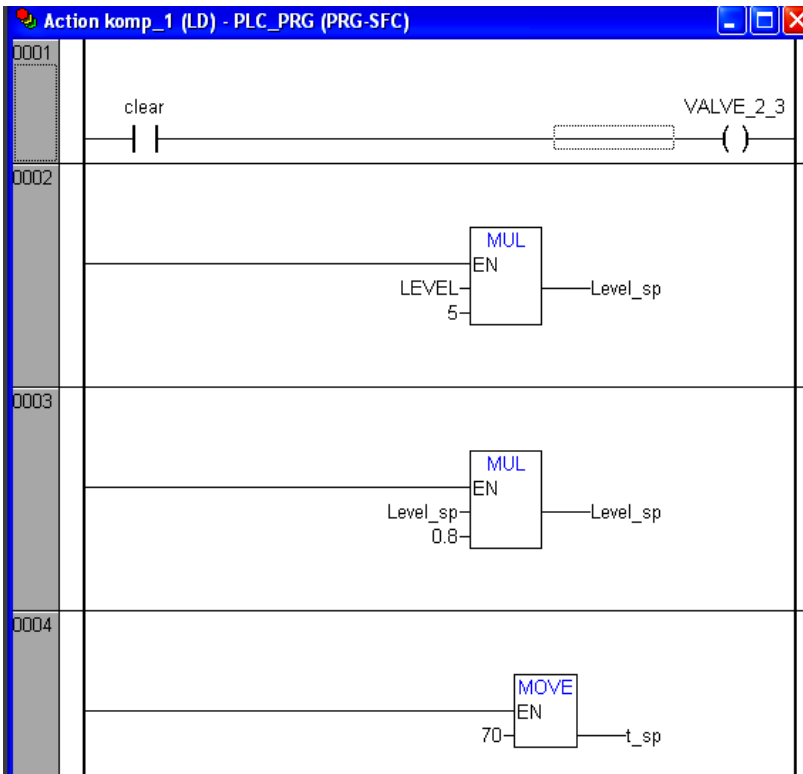
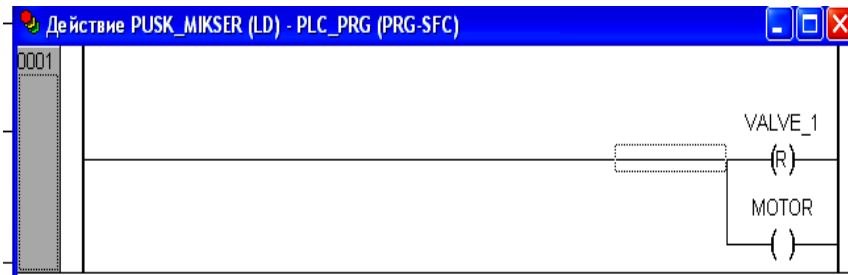
б) поле основного змісту *POU PLC_PRG*:

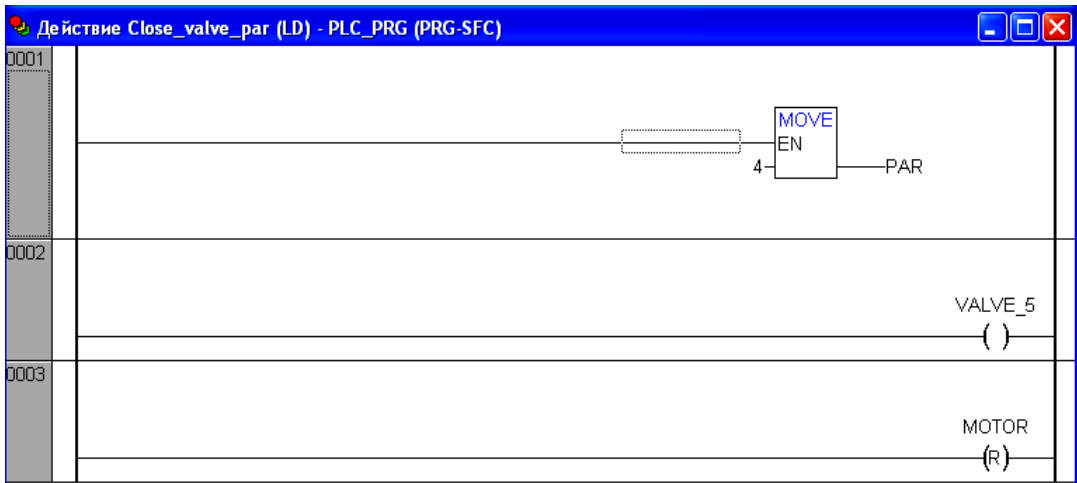
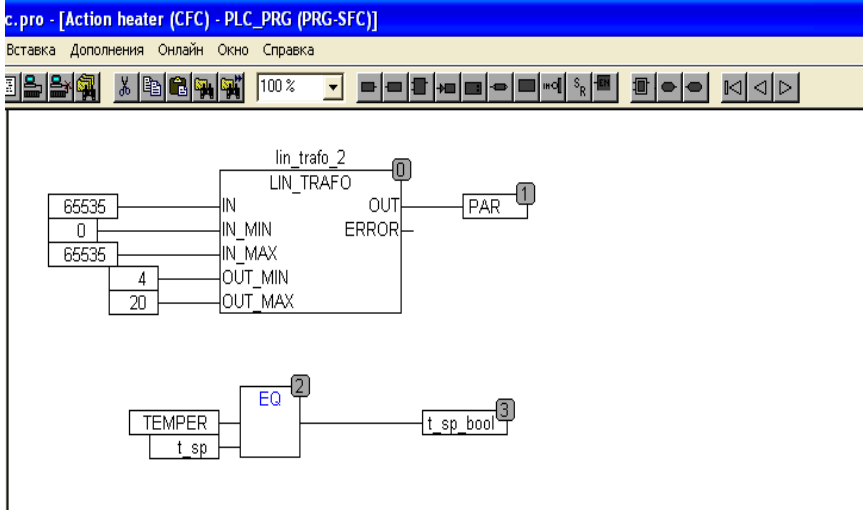
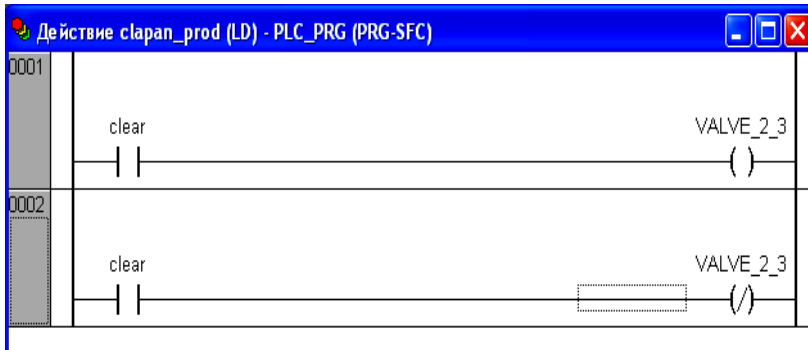




в) зміст дій кроків та умов переходів:







2.3.2. Розроблення візуалізації проекту

Візуалізацію проекту потрібно розробити самостійно, виходячи із суті завдання. У візуалізації можливе відображення процесу переносу матеріальних потоків та значень поточних технологічних параметрів у вигляді цифрового табло або аналогового приладу. Також потрібно відобразити стан перемикачів (кнопок) та виконавчих механізмів. Потрібно передбачити можливість зміни параметрів налаштування ПІД-регулятора та зміни уставок. Приклад скриншота з візуалізацією під час роботи установки наведено на рис. 6.

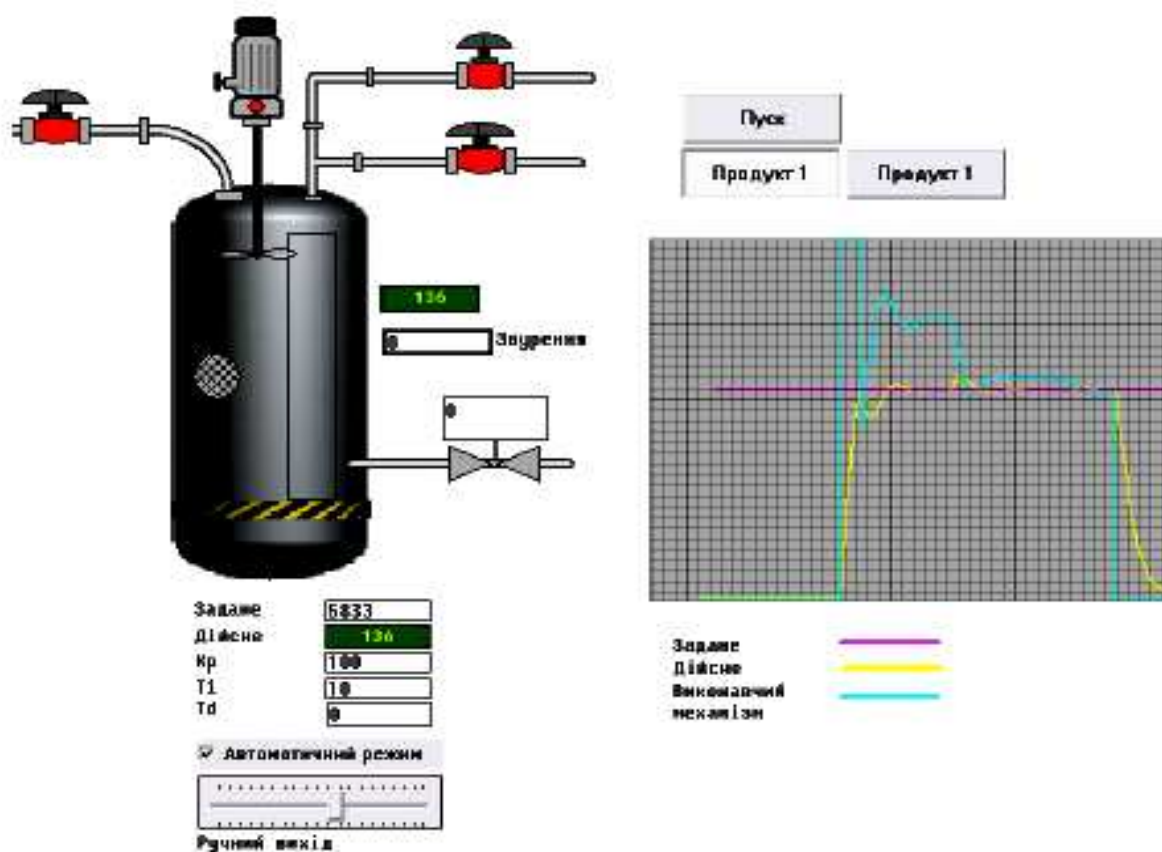
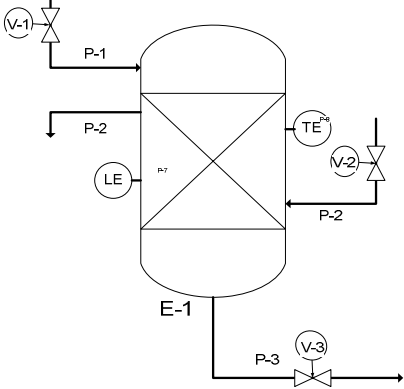
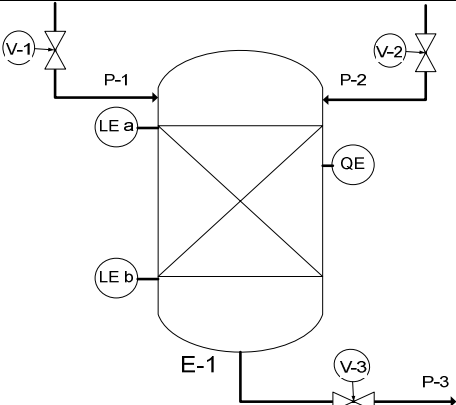
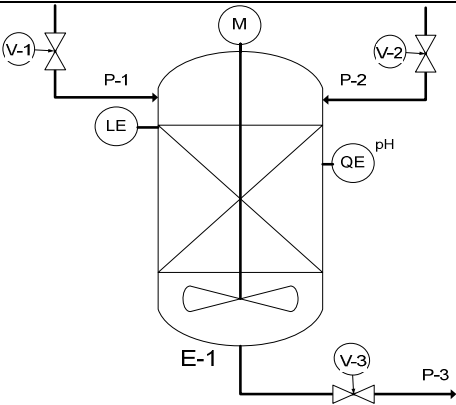
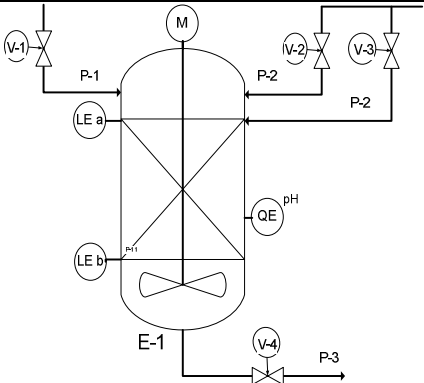


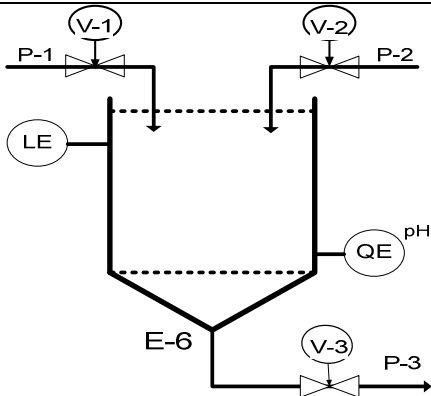
Рисунок 6 – Відеокадр з візуалізацією проекту

Для конфігурування графічних елементів, які входять до візуалізації, використовуйте довідку до середовища *CoDeSys*, розділ *Візуалізація* або інші джерела [2, 4].

ДОДАТОК Варіанти завдань

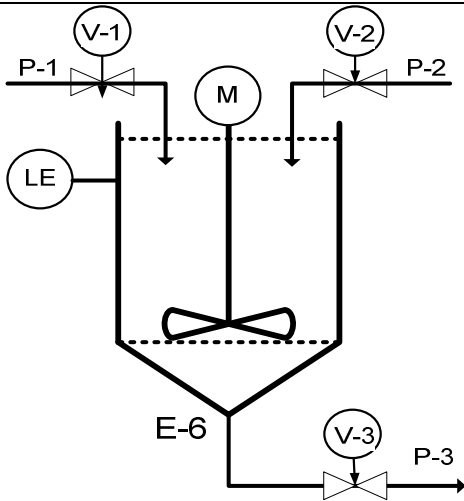
<p style="text-align: center;">ВАРІАНТ 1</p> 	<p>Після натискання кнопки «Пуск» відкривається клапан <i>V-1</i> і рідина заповнює апарат на 40 %. Після цього <i>V-1</i> закривається і відкривається клапан <i>V-2</i> на 90 % на трубопроводі подачі пари. Після досягнення заданої температури 70 °С клапан <i>V-2</i> закривається повністю і рідина витримується в апараті 900 с. Коли термін часу вичерпався відкривається клапан <i>V-3</i> і рідина зливається з апарата. Коли апарат порожній – цикл повторюється</p>
<p style="text-align: center;">ВАРІАНТ 2</p> 	<p>Після натискання кнопки «Пуск» відкривається клапан <i>V-1</i> і апарат заповнюється продуктом до рівня «b». Далі клапан <i>V-1</i> закривається. Після витримки часу 140 с відкривається клапан <i>V-2</i> на 10 %. Якщо через 80 с концентрація (<i>pH</i>) в апараті не досягне заданого значення, то клапан <i>V-2</i> відкрити на 25 %. Коли концентрація досягнута або досягнуто рівень «a» – повністю закрити клапан <i>V-2</i> і відкрити клапан <i>V-3</i> (для зливу суміші з апарата). Після досягнення рівня «b» – цикл повторюється</p>
<p style="text-align: center;">ВАРІАНТ 3</p> 	<p>Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан <i>V-1</i>, апарат заповнюється водою до рівня 50 %. Далі клапан <i>V-1</i> закривається і на 60 % відкривається клапан <i>V-2</i>. Продукт з 2-го трубопроводу заповнює апарат до рівня 90 %. Далі клапан <i>V-2</i> закривається і на 540 с вмикається мішалка. Після вичерпання часу – відкривається клапан <i>V-3</i> і суміш зливається з апарата. Коли апарат порожній – цикл повторюється</p>
<p style="text-align: center;">ВАРІАНТ 4</p> 	<p>Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан <i>V-1</i> і рідина заповнює апарат до рівня «b». Далі клапан <i>V-1</i> закривається, вмикається мішалка і на 40 % відкривається клапан <i>V-2</i>. Якщо через 175 с концентрація (<i>pH</i>) в апараті не досягне потрібного значення, то додатково відкривається клапан <i>V-3</i> на 15 %. Якщо концентрація досягнута або досягнуто рівень «a» – закрити клапани <i>V-2</i> та <i>V-3</i>, відкрити клапан <i>V-4</i> (злив суміші за апарата). Після досягнення рівня «b» – цикл повторюється</p>

ВАРІАНТ 5



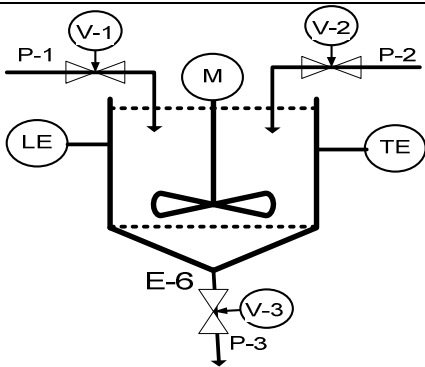
Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1 і вода заповнює апарат на 60 %. Далі клапан V-1 закривається, на 30 % відкривається клапан V-2 і продукт надходить в апарат до досягнення потрібної концентрації. Якщо концентрація не досягнута, а рівень більше 80 % клапан V-2 закривається, клапан V-3 відкривається (рідина виливається з апарата). Після досягнення нульового рівня – цикл повторюється

ВАРІАНТ 6



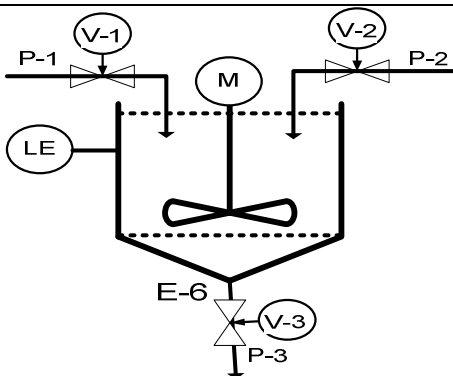
Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1 на 90 % і вода заповнює апарат на 30 %. Далі клапан V-1 закривається, відкривається клапан V-2 і продукт надходить в апарат до рівня 50 %. Клапан V-2 закривається і на 200 с вмикається мішалка. Коли термін часу вичерпався повністю відкривається клапан V-1 і рідина заповнює апарат на 80 %. Закривається клапан V-1 і знову вмикається мішалка на 10 хв. Далі після закінчення часу відкривається клапан V-3 і рідина виливається з апарата. Після досягнення нульового рівня – цикл повторюється

ВАРІАНТ 7



Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1 і вода заповнює апарат на 50 %. Далі клапан V-1 закривається, відкривається клапан V-2 і вмикається мішалка, гарячий продукт надходить в апарат до досягнення температури заданої величини. Якщо температура досягнута – вимикається мішалка та клапан V-2, відкривається клапан V-3 і рідина виливається з апарата. Після досягнення нульового рівня – цикл повторюється

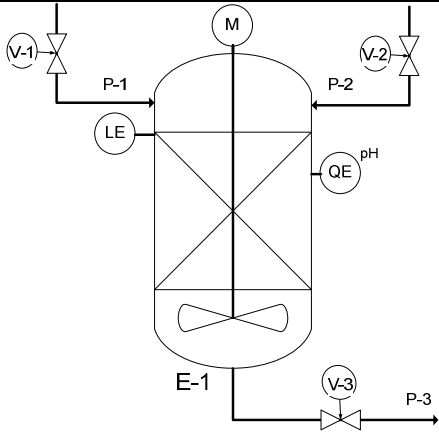
ВАРІАНТ 8



Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1 і вода заповнює апарат на 40 %. Далі клапан V-1 закривається до 15 %, відкривається клапан V-2 і продукт надходить в апарат до досягнення рівня 80 %. Клапани V-1 та V-2 закриваються і на 220 с вмикається мішалка. Коли час вичерпався відкривається клапан V-3 і рідина виливається з апарата. Після досягнення нульового рівня клапан V-3 закривається. Далі цикл повторюється

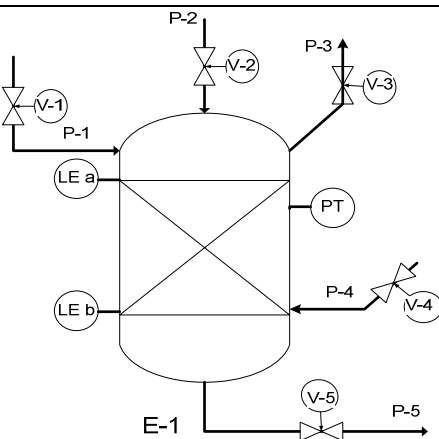
	<p style="text-align: center;">ВАРІАНТ 9</p> <p>Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск» відкривається клапан <i>V-1</i> і вода заповнює апарат до рівня «b». Далі клапан <i>V-1</i> закривається і на 150 с на 15 % відкривається клапан <i>V-2</i>. Після цього клапан <i>V-2</i> залишають відкритим на 10 % і відкривають клапан <i>V-3</i> на 75 %. Коли концентрація (<i>pH</i>) в апараті досягне потрібного значення або рівень досягне значення «a», клапани <i>V-2</i> і <i>V-3</i> повністю закриваються, клапан <i>V-4</i> відкривається і рідина виливається з апарата до рівня «b». Далі клапан <i>V-4</i> закривається, а цикл повторюється</p>
	<p style="text-align: center;">ВАРІАНТ 10</p> <p>Після натискання кнопки «Пуск» відкривається клапан <i>V-1</i> на 60 % і вода заповнює апарат до рівня «a». Далі клапан <i>V-1</i> закривається і на 130 с відкривається клапан <i>V-2</i> та вмикається мішалка. Після цього клапан <i>V-1</i> знову відкривається. Коли рівень в апараті досягне «c» або значення <i>pH</i> досягне критичного значення, клапан <i>V-1</i> закривається. Клапан <i>V-3</i> відкривається і суміш зливається з апарата до рівня «a». Далі клапан <i>V-3</i> закривається, а цикл повторюється</p>
	<p style="text-align: center;">ВАРІАНТ 11</p> <p>Після натискання кнопки «Пуск» відкривається клапан <i>V-1</i> і рідина заповнює апарат на 40 %. Після цього клапан <i>V-1</i> закривається і відкривається клапан <i>V-2</i> на трубопроводі подачі пари. Після досягнення заданої температури 70 °С (діапазон датчика 0...250 °С) клапан <i>V-2</i> повністю закривається і рідина витримується 480 с. Коли термін часу вичерпався, клапан <i>V-3</i> відкривається і рідина зливається з апарата. Коли апарат порожній – цикл повторюється</p>
	<p style="text-align: center;">ВАРІАНТ 12</p> <p>Після натискання кнопки «Пуск» відкривається клапан <i>V-1</i> і апарат наповнюється сировиною до рівня «b». Після цього клапан <i>V-1</i> закривається. Після витримки часу 150 с відкривається клапан <i>V-2</i> на 10 %. Якщо через 90 с концентрація (<i>pH</i>) в апараті не досягне заданого значення, то клапан <i>V-2</i> відкрити на 20 %. Якщо досягнуто рівень «a» або потрібна концентрація, повністю закрити клапан <i>V-2</i> і відкрити клапан <i>V-3</i> для зливу суміші з апарата. Після досягнення рівня «b» клапан <i>V-3</i> повністю закривається. Далі цикл повторюється</p>

ВАРІАНТ 13



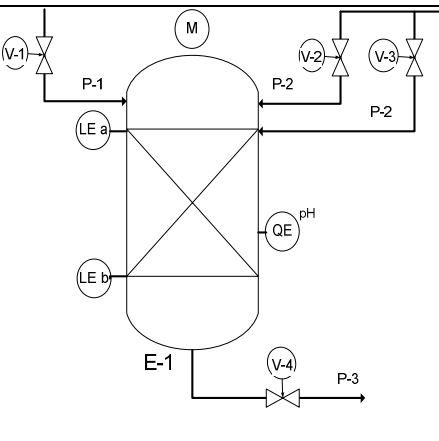
Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан *V-1*, вода наповнює апарат на 50 %. Далі клапан *V-1* закривається і на 60 % відкривається клапан *V-2*. Продукт надходить в апарат до досягнення рівня 70 %. Потім клапан *V-2* закривається і на 630 с вмикається мішалка. Коли термін часу вичерпано – відкривається клапан *V-3* і суміш зливається з апарата. Коли апарат порожній клапан *V-3* повністю закривається. Далі цикл повторюється

ВАРІАНТ 14



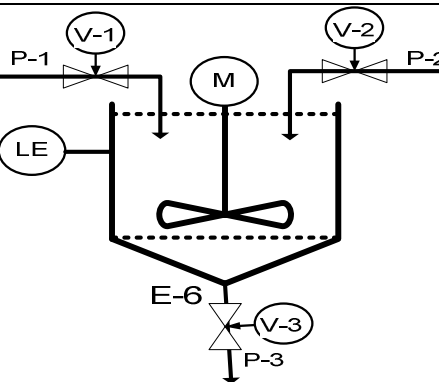
Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан *V-1* і рідина заповнює апарат. Після досягнення рівня «b» закривається клапан *V-1* і відкривається на 80 % клапан *V-4* для подачі пари. Після досягнення тиску 0,12 МПа (діапазон датчика 0...0,45 МПа) закрити клапан *V-4* і включити таймер на витримку часу 570 с. Після закінчення часу відкривається клапан *V-5* і рідина видаляється з апарата. Після цього клапан *V-5* закривається. Далі цикл повторюється

ВАРІАНТ 15



Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан *V-1* і вода заповнює апарат до рівня «b». Далі клапан *V-1* закривається, вмикається мішалка і на 40 % відкривається клапан *V-2*. Якщо через 150 с концентрація (*pH*) в апараті не досягне потрібного значення, то клапан *V-3* відкривається на 12 %. Якщо концентрація досягнута або досягнуто рівень «a» – повністю закрити клапани *V-2* і *V-3*, відкрити клапан *V-4* для зливу суміші з апарата. Після досягнення рівня «b» цикл повторюється

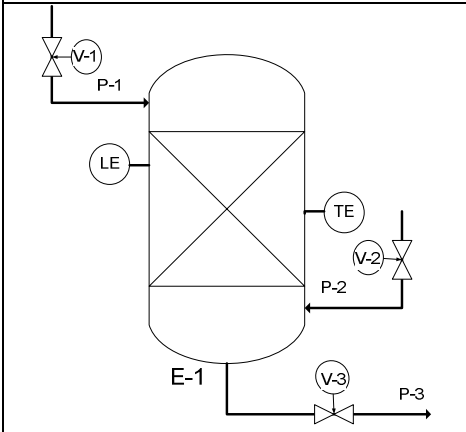
ВАРІАНТ 16



Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан *V-1* і вода заповнює апарат на 40 %. Далі клапан *V-1* закривається, відкривається клапан *V-2* і продукт надходить в апарат до досягнення рівня 80 %. Клапан *V-2* закривається і на 430 с вмикається мішалка. Коли час вичерпався відкривається клапан *V-3* і рідина виливається з апарата. Після досягнення нульового рівня клапан *V-3* закривається. Далі цикл повторюється

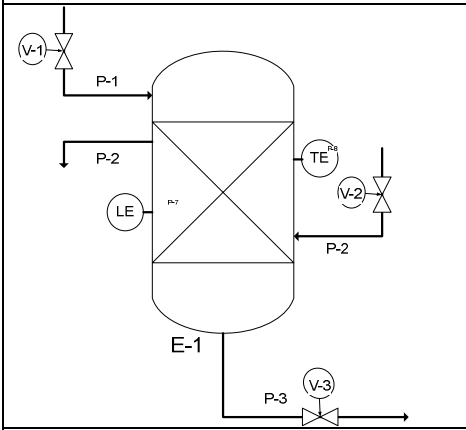
ВАРІАНТ 17	
	<p>Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1 і вода заповнює апарат на 45 %. Далі клапан V-1 закривається, на 30 % відкривається клапан V-2 і продукт надходить в апарат до досягнення потрібної концентрації. Якщо концентрація не досягнута, а рівень більше 75 % клапан V-2 закривається, клапан V-3 відкривається і рідина виливається з апарата. Після досягнення нульового рівня – цикл повторюється</p>
ВАРІАНТ 18	
	<p>Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1 на 90 % і вода заповнює апарат на 30 %. Далі клапан V-1 закривається, відкривається клапан V-2 і продукт надходить в апарат до досягнення рівня 60 %. Клапан V-2 закривається і на 510 с вмикається мішалка. Коли час вичерпався повністю, відкривається клапан V-1 і вода наповнює апарат на 80 %. Вмикається мішалка на 320 с. Коли час вичерпався клапан V-3 відкривається для зливу рідини з апарата. Після опорожнення апарата клапан V-3 закривається. Далі цикл повторюється</p>
ВАРІАНТ 19	
	<p>Якщо натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1 і вода заповнює апарат на 40 %. Далі клапан V-1 закривається, відкривається клапан V-2 і вмикається таймер. Якщо через 270 с значення pH не досягне заданого (65 % від діапазону) додатково відкрити клапан V-3 на 15 %. Після досягнення потрібної pH клапани V-2 та V-3 закрити і відкрити клапан V-4. Коли апарат буде порожнім, закрити клапан V-4. Далі цикл повторюється</p>
ВАРІАНТ 20	
	<p>Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1 і вода заповнює апарат на 40 %. Далі клапан V-1 роблять відкритим на 10% і відкривається клапан V-2. Продукт надходить в апарат до досягнення рівня 90 %. Клапани V-1 та V-2 закриваються і на 300 с вмикається мішалка. Коли час вичерпався повністю, відкривається клапан V-3 для зливу рідини з апарата. Після опорожнення апарата клапан V-3 закривається. Далі цикл повторюється</p>

ВАРІАНТ 21



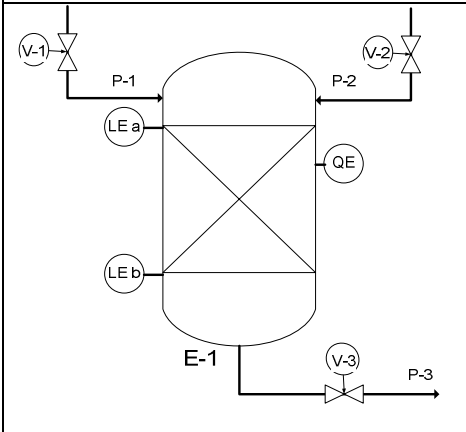
Після натискання кнопки «Пуск» відкривається клапан V-1 і рідина заповнює апарат на 60 %. Після цього клапан V-1 закривається і відкривається на 90 % клапан V-2 на трубопроводі подачі пари. Після досягнення заданої температури 85 °С (діапазон датчика 0...250 °С) Клапан V-2 повністю закривається і рідина витримується 300 с. Коли термін часу вичерпався, клапан V-3 відкривається і рідина зливається з апарата. Коли апарат порожній – цикл повторюється

ВАРІАНТ 22



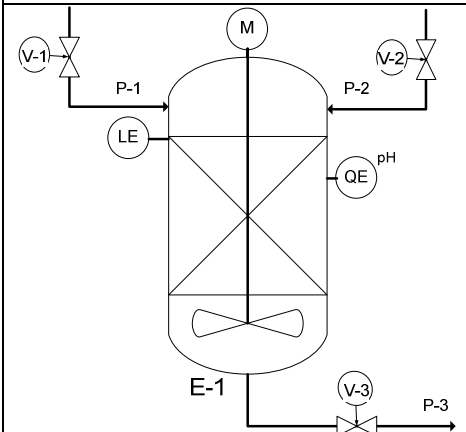
Після натискання кнопки «Пуск» відкривається клапан V-1 і рідина заповнює апарат на 40 %. Після цього клапан V-1 закривається і відкривається клапан V-2 на трубопроводі подачі пари. Після досягнення заданої температури 70 °С клапан V-2 закривається і рідина витримується в апараті 300 с. Коли термін часу вичерпався, відкривається клапан V-3 і рідина зливається з апарата. Коли апарат порожній – цикл повторюється

ВАРІАНТ 23



Після натискання кнопки «Пуск» відкривається клапан V-1 і апарат заповнюється продуктом до рівня «b». Далі клапан V-1 закривається. Після витримки часу 200 с відкривається клапан V-2 на 15 %. Якщо через 90 с концентрація (pH) в апараті не досягне заданого значення, то клапан V-2 відкрити на 20 %. Коли концентрація досягнута або досягнуто рівень «a» – повністю закрити клапан V-2 і відкрити клапан V-3 для зливу суміші з апарата. Після досягнення рівня «b» – цикл повторюється

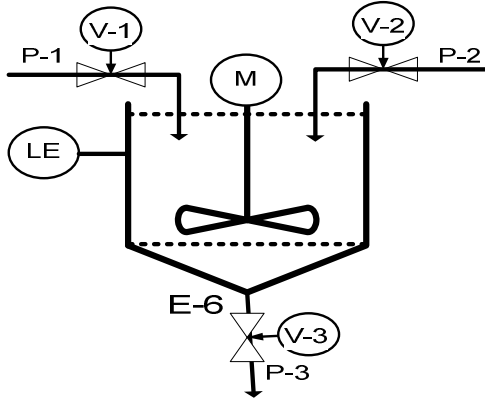
ВАРІАНТ 24



Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1, апарат заповнюється водою до рівня 50 %. Далі клапан V-1 закривається і на 60 % відкривається клапан V-2. Продукт з 2-го трубопроводу заповнює апарат до рівня 90 %. Далі клапан V-2 закривається і на 450 с вмикається мішалка. Після вичерпання часу – відкривається клапан V-3 і суміш зливається з апарата. Коли апарат порожній – цикл повторюється

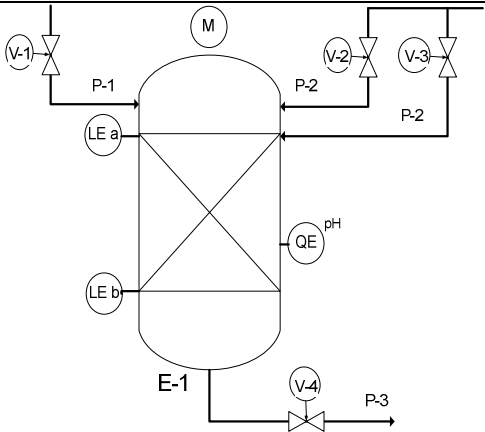
	<p style="text-align: center;">ВАРІАНТ 25</p> <p>Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1 і рідина заповнює апарат до рівня «b». Далі клапан V-1 закривається, вмикається мішалка і на 40 % відкривається клапан V-2. Якщо через 150 с концентрація в апараті не досягне потрібного значення, то додатково відкривається клапан V-3 на 12 %. Якщо досягнута потрібна концентрація або рівень «a» – закрити клапани V-2 та V-3, відкрити клапан V-4 для зливу суміші за апарата. Після досягнення рівня «b» – цикл повторюється</p>
	<p style="text-align: center;">ВАРІАНТ 26</p> <p>Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1 і вода заповнює апарат на 60 %. Далі клапан V-1 закривається, на 30 % відкривається клапан V-2 і продукт надходить в апарат до досягнення потрібної концентрації. Якщо концентрація не досягнута, а рівень більше 80 % клапан V-2 закривається, клапан V-3 відкривається і рідина виливається з апарата. Після досягнення нульового рівня – цикл повторюється</p>
	<p style="text-align: center;">ВАРІАНТ 27</p> <p>Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1 на 90 % і вода заповнює апарат на 30 %. Далі клапан V-1 закривається, відкривається клапан V-2 і продукт надходить в апарат до рівня 50 %. Клапан V-2 закривається і на 200 с вмикається мішалка. Коли термін часу вичерпався, повністю відкривається клапан V-1 і рідина заповнює апарат на 80 %. Закривається клапан V-1 і знову вмикається мішалка на 5 хв. Далі після закінчення часу відкривається клапан V-3 і рідина виливається з апарата. Після досягнення нульового рівня – цикл повторюється</p>
	<p style="text-align: center;">ВАРІАНТ 28</p> <p>Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан V-1 і вода заповнює апарат на 50 %. Далі клапан V-1 закривається, відкривається клапан V-2 і вмикається мішалка, гарячий продукт надходить в апарат до досягнення температури заданої величини. Якщо температура досягнута – вмикається мішалка та клапан V-2, відкривається клапан V-3 і рідина виливається з апарата. Після досягнення нульового рівня – цикл повторюється</p>

ВАРІАНТ 29



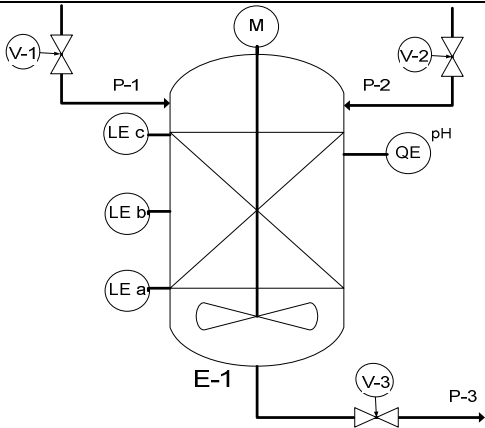
Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан *V-1* і вода заповнює апарат на 30 %. Далі клапан *V-1* закривається до 10 %, відкривається клапан *V-2* і продукт надходить в апарат до досягнення рівня 90 %. Клапани *V-1* та *V-2* закриваються і на 200 с вмикається мішалка. Коли час вичерпався, відкривається клапан *V-3* і рідина виливається з апарата. Після досягнення нульового рівня клапан *V-3* закривається. Далі цикл повторюється

ВАРІАНТ 30



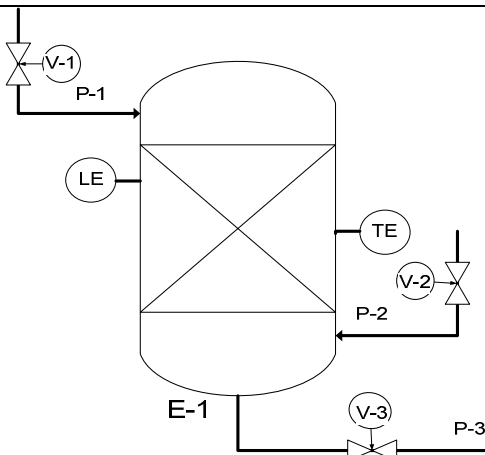
Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан *V-1* і вода заповнює апарат до рівня «b». Далі клапан *V-1* закривається і на 140 с відкривається на 15 % клапан *V-2*. Після цього клапан *V-2* залишають відкритим на 10 % і відкривають клапан *V-3* на 75 %. Якщо концентрація (*pH*) в апараті досягне потрібного значення або рівень досягне «a», клапани *V-2* і *V-3* повністю закриваються, клапан *V-4* відкривається і рідина виливається з апарата до рівня «b». Далі клапан *V-4* закривається, а цикл повторюється

ВАРІАНТ 31



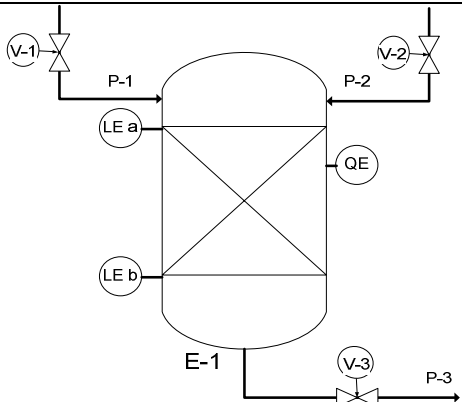
Після натискання кнопки «Пуск» відкривається клапан *V-1* на 60 % і вода заповнює апарат до рівня «a». Далі клапан *V-1* закривається і на 150 с відкривається клапан *V-2* та вмикається мішалка. Після цього клапан *V-1* знову відкривається. Коли рівень в апараті досягне «c» або показник *pH* досягне потрібного значення, клапан *V-1* закривається. Клапан *V-3* відкривається і суміш зливається з апарата до рівня «a». Далі клапан *V-3* закривається, а цикл повторюється

ВАРІАНТ 32



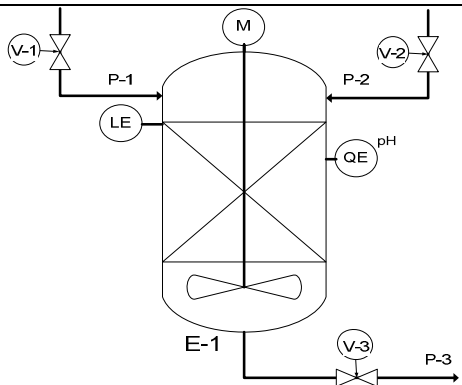
Після натискання кнопки «Пуск» відкривається клапан *V-1* і рідина заповнює апарат на 40 %. Після цього клапан *V-1* закривається і відкривається клапан *V-2* на трубопроводі подачі пари. Після досягнення заданої температури 95 °C (діапазон датчика 0...350 °C) клапан *V-2* повністю закривається і рідина витримується 450 с. Коли термін часу вичерпався клапан *V-3* відкривається і рідина зливається з апарата. Коли апарат порожній – цикл повторюється

ВАРІАНТ 33



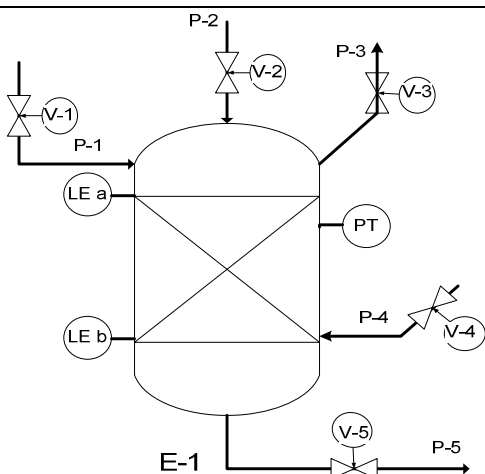
Після натискання кнопки «Пуск» відкривається клапан $V-1$ і апарат наповнюється продуктом до рівня b . Після цього клапан $V-1$ закривається. Після витримки часу 150 с відкривається клапан $V-2$ на 15 %. Якщо через 80 с концентрація (pH) в апараті не досягне заданого значення, то клапан $V-2$ відкрити на 20 %. Якщо концентрація або рівень «а» досягнуто – повністю закрити клапан $V-2$ і відкрити клапан $V-3$ для зливу суміші з апарата. Після досягнення рівня «b» клапан $V-3$ повністю закривається. Далі цикл повторюється

ВАРІАНТ 34



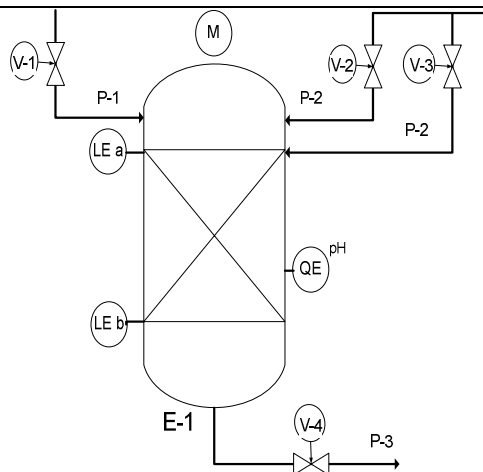
Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан $V-1$, вода наповнює апарат на 50 %. Далі клапан $V-1$ закривається і на 60 % відкривається клапан $V-2$. Продукт надходить в апарат до рівня 90 %. Потім клапан $V-2$ закривається і на 10 хв вмикається мішалка. Коли термін часу вичерпано – відкривається клапан $V-3$ і суміш зливається з апарата. Коли апарат порожній клапан $V-3$ повністю закривається. Далі цикл повторюється

ВАРІАНТ 35



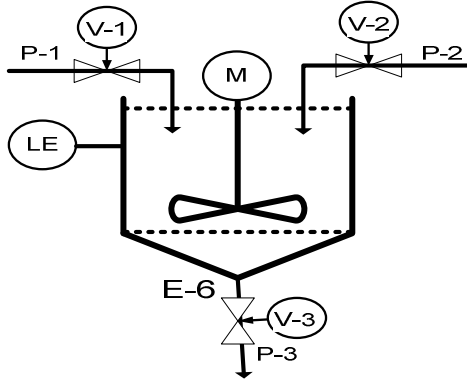
Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан $V-2$ і рідина заповнює апарат. Після досягнення рівня «b» закривається клапан $V-2$ і відкривається на 80 % клапан $V-4$ для подачі пари. Після досягнення тиску 0,3 МПа (діапазон датчика 0...0,65 МПа) закрити клапан $V-4$ і включити таймер на витримку часу 560 с. Після закінчення часу витримки відкривається клапан $V-5$ і рідина під тиском видаляється з апарата. Після цього клапан $V-5$ закривається. Далі цикл повторюється

ВАРІАНТ 36



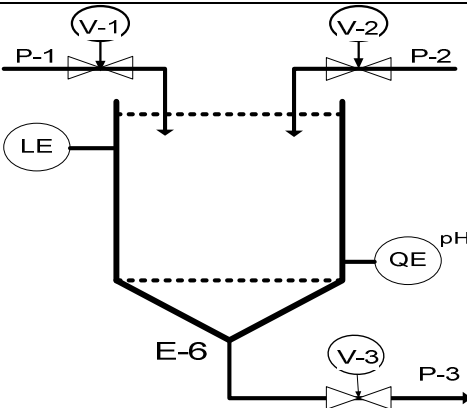
Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан $V-1$ і вода заповнює апарат до рівня «b». Далі клапан $V-1$ закривається, вмикається мішалка і на 40 % відкривається клапан $V-2$. Якщо через 165 с концентрація (pH) в апараті не досягне потрібного значення, то клапан $V-3$ відкривається на 10 %. Якщо концентрація або рівень «а» досягнути – повністю закрити клапани $V-2$ і $V-3$, відкрити клапан $V-4$ для зливу суміші з апарата. Після досягнення рівня «b» цикл повторюється

ВАРІАНТ 37



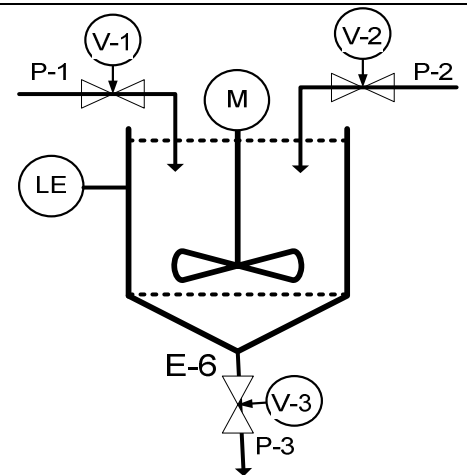
Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан *V-1* і вода заповнює апарат на 40 %. Далі клапан *V-1* закривається, відкривається клапан *V-2* і продукт надходить в апарат до досягнення рівня 65 %. Клапан *V-2* закривається і на 480 с вмикається мішалка. Коли час вичерпався, відкривається клапан *V-3* і рідина виливається з апарата. Після досягнення нульового рівня клапан *V-3* закривається. Далі цикл повторюється

ВАРІАНТ 38



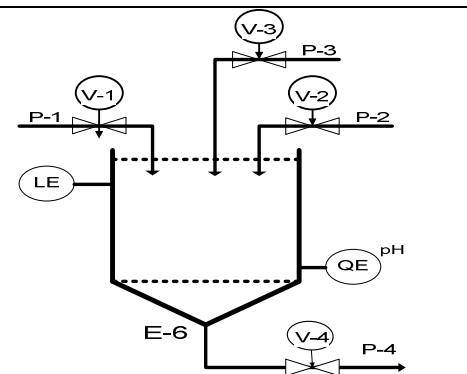
Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан *V-1* і вода заповнює апарат на 45 %. Далі клапан *V-1* закривається, на 30 % відкривається клапан *V-2* і продукт надходить в апарат до досягнення потрібної концентрації. Якщо концентрація не досягнута, а рівень більше 70 % клапан *V-2* закривається, клапан *V-3* відкривається і рідина виливається з апарата. Після досягнення нульового рівня – цикл повторюється

ВАРІАНТ 39



Якщо апарат порожній та натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан *V-1* на 90 % і вода заповнює апарат на 30 %. Далі клапан *V-1* закривається, відкривається клапан *V-2* і продукт надходить в апарат до досягнення рівня 60 %. Клапан *V-2* закривається і на 340 с вмикається мішалка. Коли час вичерпався, повністю відкривається клапан *V-1* і рідина наповнює апарат на 70 %. Вмикається мішалка на 280 с. Коли час вичерпався, клапан *V-3* відкривається для зливу рідини з апарата. Після опорожнення апарата клапан *V-3* закривається. Далі цикл повторюється

ВАРІАНТ 40



Якщо натискається кнопка «Пуск», відкривається клапан *V-1* і вода заповнює апарат на 40 %. Далі клапан *V-1* закривається, відкривається клапан *V-2* і вмикається таймер. Якщо через 320 с значення *pH* не досягне заданого (55 % від діапазону), додатково відкрити клапан *V-3* на 15 %. Після досягнення потрібної *pH* клапани *V-2* та *V-3* закрити та відкрити клапан *V-4*. Коли апарат буде порожнім, закрити клапан *V-4*. Далі цикл повторюється

ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	3
2. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ.....	5
2.1. Розроблення алгоритму управління.....	5
2.2. Вибір конфігурації контролера.....	6
2.2.1. <i>Схема автоматизації.....</i>	6
2.2.2. <i>Конфігурування ресурсів ПЛК.....</i>	11
2.3. Розроблення ППЗ для реалізації алгоритму управління	13
2.3.1. <i>Розроблення програми користувача.....</i>	13
2.3.2. <i>Розроблення візуалізації проекту.....</i>	19
ДОДАТОК.....	20
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	30

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання індивідуального домашнього завдання з курсу

«Програмне забезпечення МПС»

(ІЕС-програмування ПЛК)

для студентів напряму підготовки 050202

«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

денної та заочної форм навчання

Укладачі: ЛИСАЧЕНКО Ігор Григорович
ПОДУСТОВ Михайло Олексійович
ШУТИНСЬКИЙ Олексій Григорович
ЛОБОЙКО В'ячеслав Олексійович

Відповідальний за випуск М.О. Подустов

Роботу до видання рекомендувала Н. М. Самойленко

Редактор Л.А. Пустовойтова

План 2014 р., поз. 150

Підп. до друку _____.14. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.

Друк – ризографія. Гарнітура Times New Roman.

Ум. друк. арк. 1,8. Наклад 50 прим. Зам. №____. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ „ХП”.

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3657 від 24.12.2009 р.

61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.

ТОВ "Видавництво "Підручник НТУ "ХП".

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3656 від 24.12.2009 р.

61002, Харків, вул. Фрунзе, 21.
