

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук
Секція комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ А. С. Довбиш

“ ____ “ _____ “ 2018 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
Автоматизація процесу утилізації боєприпасів

Керівник роботи

к. т. н., доцент

Кулінченко Г.В.

Дипломник

студент гр. СУ-42

Павленко Є.В.

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук
Секція комп'ютеризованих систем управління

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту
Автоматизація процесу утилізації боєприпасів

Керівник проекту

Кулінченко Г.В.

Проектант:
студент гр. СУ-42

Павленко Є.В.

РЕФЕРАТ

Павленко Євгеній Вікторович. Автоматизація процесу утилізації боєприпасів. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2018 р.

Система автоматизації розроблена на базі контролера SIMATIC S7–1200 компанії Siemens.

Проект містить 73 сторінки, 33 рисунка, 16 таблиць, 3 додатки. При виконанні дипломного проекту було використано 25 літературних джерел.

Розроблено автоматизовану систему керування утилізацією боєприпасів. Підібрано засоби автоматизації. Розроблено алгоритмічне забезпечення та відповідне SCADA забезпечення, що являє собою важливий елемент відстереження та керування параметрів системи. В якості середовища розробки програмного забезпечення було обрано середовище програмування TIA Portal V14 компанії Siemens.

Ключові слова: утилізація боєприпасів, вибухова речовина, точність позиціонування, агрегат високого тиску, установка високого тиску, контроль параметрів, мікроконтролерні засоби, давач, виконавчий механізм, середовище програмування, SCADA система, алгоритм керування, програмне забезпечення.

ABSTRACT

Pavlenko Yevhenii Viktorovych. Automation of ammunition utilization process. The graduation work. Sumy State University. Sumy, 2018.

The automation system based on controller “SIMATIC S7–1200” of Siemens company.

Explanatory note consists of 73 pages, 33 pictures, 16 tables, 3 applications. 25 sources of literature has used while making the graduation work.

An automated climate control system for ammunition utilization has been developed. Selected automation means. Developed algorithm software and appropriate SCADA software, which is an important element of the monitoring and controlling of system parameters. Siemens's TIA Portal V14 software environment was selected as a software development environment.

Key words: ammunition utilization, explosive material, positioning accuracy, high pressure aggregate, high pressure facility, parameters control parameters, microcontroller means, sensor, executive mechanism, actuator, software environment, SCADA system, control algorithm, software.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ	6
1.1 Структура ділянки утилізації:	6
1.2 Функціональні завдання обладнання ділянки утилізації.....	11
РОЗДІЛ 2 ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ .	15
2.1 Автоматизація пристрою формування ріжучого струменю	15
2.2 Автоматизація установки розмивання.....	16
2.3 Автоматизація системи очищення води	18
2.4 Перелік оброблюваних даних	20
РОЗДІЛ 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, СИГНАЛІЗАЦІЇ, ЗАХИСТУ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	23
3.1 Вибір датчиків	23
3.1.1 Датчик температури води	23
3.1.2 Датчик тиску води	25
3.1.3 Датчик рівня.....	26
3.1.4 Датчик витрати води	27
3.1.5 Датчик переміщення головок	30
3.1.6 Датчик фіксації виробу	31
3.2 Вибір регулюючих органів та виконавчих механізмів.....	33
3.2.1 Вибір електро – пневмоперетворювача	33
3.2.2 Вибір перетворювачів частоти.....	34
3.2.3 Вибір блоків керування кроковими двигунами	36
3.2.4 Вибір виконавчих механізмів.....	37
3.2.4.1 Вибір клапанів	37
3.2.4.2 Вибір крокових двигунів	39
3.2.4.3 Вибір двигунів для АВТ та УВТ	41
3.2.4.4 Вибір пневматичних насосів	42

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Автоматизація процесу утилізації боєприпасів</i> <i>Пояснювальна записка</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Павленко С.В.				Т	2	72
Перевір.		Кулінченко Г.В.				<i>СумДУ СУ-42</i>		
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Дрозденко О.О						

3.3 Вибір мікропроцесорних засобів.....	44
3.3.1 Контролер.....	44
3.3.2 Сигнальні модулі.....	47
3.3.3 Комунікаційний модуль	49
3.3.4 Комутатор	50
3.3.5 Блок живлення	50
3.3.6 Панель оператора	51
3.4 Організація каналу зв'язку	53
3.5 Програмне забезпечення системи управління	56
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	58
4.1 Аналіз потенційно небезпечних факторів	58
4.2 Освітлення	60
4.3 Пожежонебезпека	60
4.4 Небезпека рухомих елементів	62
4.5 Захисні заходи в електроустановках.....	62
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	64
5.1 Розрахунок собівартості системи управління автоматизованої установки утилізації боєприпасів.....	64
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	68
ДОДАТКИ.....	71

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АВТ – Агрегат високого тиску;
АРМ – Автоматизоване робоче місце;
УВТ – Установа високого тиску;
ВР – Вибухові речовини;
ЧПУ – Числове програмне управління;
ФТО – Фільтр тонкого очищення;
ВО – Виконуючий орган;
ОУ – Об'єкт управління;
ВПТ – Вимірювальні перетворювачі тиску;
ПЛК – Програмований логічний контролер;
ЕПП – Електро – пневмо перетворювач;
ТЕП – Техніко – економічні показники;
ПЗО – Пристрої зв'язку з об'єктом;
ПУ – Пристрій керування;
МК – Мета керування;
ПО – Панель оператора.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Однією зі складових проблем національної безпеки в Україні є завантаження складів боєприпасами з вичерпаним гарантійним терміном зберігання. На даний час на базах і арсеналах МО України скупчилися тисячі тонн різноманітних боєприпасів, списаних або підлягаючих списанню. До них відносяться авіабомби, ракети, маса ВР в яких досягає сотень і навіть тисяч кілограмів, а також артилерійські снаряди, інженерні міни та набої з масою ВР до декількох кілограмів (зазвичай не більше 10 кг).

На складах і базах обмежені ємності сховищ, ускладнюють процес безпечного зберігання, тому боєприпаси зберігають на відкритих майданчиках в штабелях під навісом або брезентом. Для будівництва нових сховищ з дотриманням безпечних відстаней потрібні нові площі та території, а будівництво заглиблених або підземних сховищ боєприпасів пов'язано з великими матеріальними витратами. У цих умовах на відкриті майданчики для подальшого зберігання перевозяться боєприпаси з простроченим терміном зберігання а, отже, з підвищеною вибухо- і пожежонебезпекою.

В останні роки проблема зберігання, переробки і утилізації боєприпасів на складах України стає все більш актуальною. Боєприпаси з вичерпаним терміном зберігання представляють постійну загрозу несанкціонованих вибухів і пожеж, які можуть призводити до катастрофічних наслідків, пов'язаних із загибеллю людей і непоправним збитком природі [1].

Застосовувані в даний час способи утилізації далеко не ідеальні і одержувані вибухонебезпечні речовини не в повній мірі задовольняють всім висунутим до них вимогам. Саме тому пошук нових, більш ефективних методів утилізації з використанням автоматизованих систем управління процесом утилізації вибухових речовин (ВР) є важливим завданням фахівців, що працюють в даній галузі.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

1.1 Структура ділянки утилізації:

У нашій країні і за кордоном основним напрямком зниження запасів застарілих боєприпасів є їх утилізація і, головним чином, розпорядження бойових частин, особливо споряджених великими масами ВР.

Під методами розпорядження боєприпасів розуміють методи вилучення з них елементів вибухових речовин з подальшою утилізацією як ВР, так і елементів корпусів.

Технології розпорядження боєприпасів мають певну специфіку, яку слід обов'язково враховувати при проведенні робіт.

По-перше, в боєприпасах використовуються чутливі до механічних і теплових впливів речовини, що представляють собою значну потенційну вибухонебезпечність. Випадковий вибух одного снаряда в місці, де зосереджені їх значні запаси, у багатьох випадках призводить до трагічних наслідків.

По-друге, підлягаючі утилізації боєприпаси, як правило, уявляють собою нероз'ємну конструкцію, з самого початку не призначену для демонтажу і, отже, для вилучення заповнених продуктів.

По-третє, необхідна роздільна утилізація, наприклад металевої складової боєприпасу, і значної частки ВР, порохів, твердих ракетних палив і т.д. [1, 3]

Вивчення та аналіз методів і способів утилізації всіх видів боєприпасів, що застосовуються зарубіжними країнами, показали, що в умовах країн Західної Європи найбільш доцільними є:

- розпорядження з подальшим знищенням і переробкою компонентів боєприпасів;
- знищення методом дроблення і спалювання в спеціально обладнаних печах;
- переробка для промислового комерційного застосування.

Схема основних процесів, що застосовуються при утилізації боєприпасів, представлена на рис. 1.1.

					СУ42.6.050201.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

місцях утилізації вони повинні бути економічно вигідні, за винятком переробки окремих класів і видів боєприпасів.[2]

У більшості випадків розпорядження боєприпасів передбачає виконання таких типових операцій: вилучення підривника, розтин корпусу для доступу до вибухової речовини, видалення вибухової речовини, подальша переробка елементів корпусу і ВР.

Видалення і розпорядження підривника також передбачають розтин корпусу, видалення ініціюючого ВР, подальшу утилізацію корпусу і вибухової речовини.

В даний час практично немає універсального способу розпорядження боєприпасів. Це пов'язано з великою різноманітністю конструкцій боєприпасів, детонаторів, а також широкою рецептурою штатних бризантних ВР, використовуваних з метою спорядження і відрізняючихся своїми фізико-хімічними та механічними властивостями.

Видалення підривника з корпусу боєприпасу здійснюють: вигвинчуванням його з корпусу засобами механізації або автоматизації; відділенням вбудованих детонаторів; застосуванням кумулятивних зарядів, піротехнічних складів для термічного різання; використанням ультразвукових або гідродинамічних різаків; звичайною механічною різкою на верстатах.[3]

Розтин корпусу боєприпасу для отримання доступу до ВР може здійснюватися наступними засобами та способами:

- гідравлічною різкою;
- вибуховою різкою кумулятивними струменями;
- пропалюванням корпусу продуктами згоряння піротехнічних складів (термічною різкою);
- ультразвуковою різкою;
- руйнуванням корпусу в хімічно активному середовищі;
- механічним різанням (фрезеруванням, свердлінням) лезом (різцем) на металообробних верстатах;
- дією лазерного променя.

Технологічний процес вилучення ВР з камори боєприпасу є найбільш небезпечним і складним з точки зору забезпечення спеціальним обладнанням і здійснення технологічного процесу. Вибір способу вилучення ВР з корпусу залежить від багатьох факторів, наприклад, складу вибухового матеріалу і його властивостей, підготовки утилізованої ВР до подальшої переробки, виконання умов та вимог з безпеки [1].

Відомі методи розпорядження боєприпасів - гідрорізання в поєднанні з гідровимиванням, при якому розкривається корпус і вилучається ВР за допомогою

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

струменя води високого тиску. Цей метод дозволяє вирішувати широкий спектр завдань з утилізації боєприпасів різного призначення і забезпечувати екологічну чистоту розроблених на його основі технологічних процесів.[5]

Сутність методу полягає в розтині боєприпасів шляхом вирізання фрагмента корпусу і подальшому розмиванні заряду вибухової речовини з відкритої поверхні, що утворилася, струменем води високого тиску. Проведені експерименти дозволили зробити висновок про те, що при впливі на заряд ВР високошвидкісним струменем діаметром до 2,0 мм, вибухового перетворення не виникає до тиску 1600 МПа при швидкості струменю 1800 м/с.

Різання корпусу проводиться з використанням в якості основного технологічного устаткування насосної установки агрегату високого тиску (АВТ).

Основними технічними характеристиками даної насосної установки є:

- робочий тиск до 400,0 МПа;
- витрати води до 2,5 л/хв.

Діапазон швидкостей різання при товщині корпусу 1-6мм становить 5-250 мм/хв. Процес гідровимивання ВР проводиться за допомогою встановлення значення робочого тиску до 60 МПа і витрати води до 65 л/хв, що забезпечує температуру водяної суспензії ВР на рівні 25°C, але вимагає використання потужної системи очищення води із замкнутим водооборотом.

Суттєвий вплив на ефективність вимивання здійснює конструкція вимиваючих сопел і головок. При використанні соплових головок, які формують звичайні (некавітаційні) струмені, при швидкості відносного переміщення соплового вузла 1-5 мм/с досягається максимальна продуктивність вимивання.

Технологічна схема ділянки утилізації боєприпасів представлена на рис. 1.2.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подається в ємність для відпрацьованої води **15**, в якій вона збирається і охолоджується. Далі вода очищається на фільтрах тонкого очищення **16** і збирається в ємності для чистої води **17**, звідки повертається в технологічний цикл.[5]

Технологічний процес вилучення ВР здійснюється наступним чином. Боеприпаси надходять на спецділянку, де здійснюються підготовчі та контрольні операції, після чого вони подаються на установку розмивання, де фіксуються пристроєм для затискання **10**. Розтин корпусу здійснюється завдяки переміщенню головки гідрорізака **9**, яка дистанційно управляється СУ **2**, а розмивання ВР здійснюється в результаті переміщення головки **8**. Вимите ВР, відокремлене від води на фільтрі **13**, періодично вивантажується з нього і передається на подальшу переробку. Корпуси після контролю направляються для обробки в металобрухт. Екологічна чистота процесу забезпечується системою очищення води **4**.

Таким чином, основними пристроями в структурі ділянки утилізації є: пристрій формування струменю, що включає АВТ, установка різання і вимивання, а також система очищення води.

1.2 Функціональні завдання обладнання ділянки утилізації

Головним завданням функціонування обладнання є управління точністю позиціонування ріжучої головки та головки розмивання, а також забезпечення перетворення енергії води, стислій під високим тиском 400 МПа в кінетичну енергію високошвидкісного водоабразивного струменю і її остаточне формування в якості ріжучого інструменту при розрізанні металу.

Отримання високошвидкісного струменю забезпечується агрегатом високого тиску (АВТ) за рахунок стиснення води до необхідного тиску.

В основі роботи АВТ лежить універсальна гідравлічна схема (рис. 1.3), де в якості підсилювача тиску використовується спеціальний мультиплікатор двосторонньої дії, принцип роботи якого заснований на мультиплікації тиску за рахунок різниці площ масляного поршня і водяного плунжера. Альтернативним варіантом підсилювача тиску є насоси прямої дії, поршні якого встановлені на колінвалу механізму привода насоса.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

внутрішню конструкцію. Так, для отримання гексогеновмісних і інших штатних ВР з корпусів артилерійських боєприпасів середнього калібру (100-152 мм), що підлягають утилізації, застосовують установки модульного типу для вимивання ВР струменем високого тиску, що забезпечують безпеку і екологічну чистоту технологічного процесу. Кожна установка працює спільно з блоком очищення технологічної води.[5]

Першим функціональним завданням системи водообігу є регулювання рівнів води в ємкостях шляхом управління продуктивністю пневматичних насосів.

Друге завдання полягає в забезпеченні швидкості фільтрації води в ФТО і ємкості з фільтром 13 (рис. 1.2). Окрім того, дотримання режимів фільтрації вирішується в результаті моніторингу стану фільтрів. При цьому передбачаються автоматичні режими періодичного очищення фільтрів або заміна їх фільтруючих елементів.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

РОЗДІЛ 2

ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ

2.1 Автоматизація пристрою формування ріжучого струменю

Метою функціонування системи автоматичного керування є забезпечення заданих технологічних показників, і, відповідно, техніко-економічних показників роботи АВТ, безпеки обслуговуючого персоналу, безпечного функціонування технологічного обладнання.

Для цього в системі управління реалізуються такі основні функції:

- безперервне, централізоване управління АВТ у режимі реального часу;
- режим автоматичної підтримки у встановлених межах значень регульованих параметрів процесу різання;
- дистанційне керування частотно – регульованим електроприводом насосів;
- забезпечення автоматичного керування послідовністю запуску - зупинення установки;
- підтримання оптимального режиму різання за рахунок стабілізації подачі води в АВТ;
- візуалізацію параметрів процесу і відображення стану агрегатів системи на даний момент на панелі АРМ за допомогою мнемосхеми.

Обов'язковими параметрами контролю є:

- температура, тиск і витрата води в подаючому трубопроводі;
- температура і тиск масла в подаючому трубопроводі;
- тиск води на вході ріжучої головки.

При цьому регулюються такі параметри:

- тиск та витрата води в подаючому трубопроводі;
- тиск масла в подаючому трубопроводі;
- тиск води на виході ріжучої головки.

Функціональна схема автоматизації пристрою формування ріжучого струменю представлена на рис. 2.1.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

З опису принципу дії ПН випливає, що для того, щоб керувати процесом водоочищення в складі АСУ, необхідно передбачити відповідні засоби сполучення ПН з МК, тобто перетворювачі електричного сигналу в пневмосигнал.

Основним завданням автоматизації водоочищення при утилізації ВР (рис. 2.3) є забезпечення режимів роботи фільтрів тонкого очищення (ФТО). При цьому необхідно контролювати тиск на вході та виході ФТО. Зниження тиску на виході ФТО свідчить про зниження фільтруючої здатності фільтра. В цьому випадку ФТО відключається від магістралі за допомогою видачі керуючих сигналів на засувки та проводиться промивання й очищення забрудненого фільтра. Необхідний режим фільтрації забезпечується регулюванням швидкості фільтрування за витратою води та за рівнем води в відповідних проміжних ємкостях.

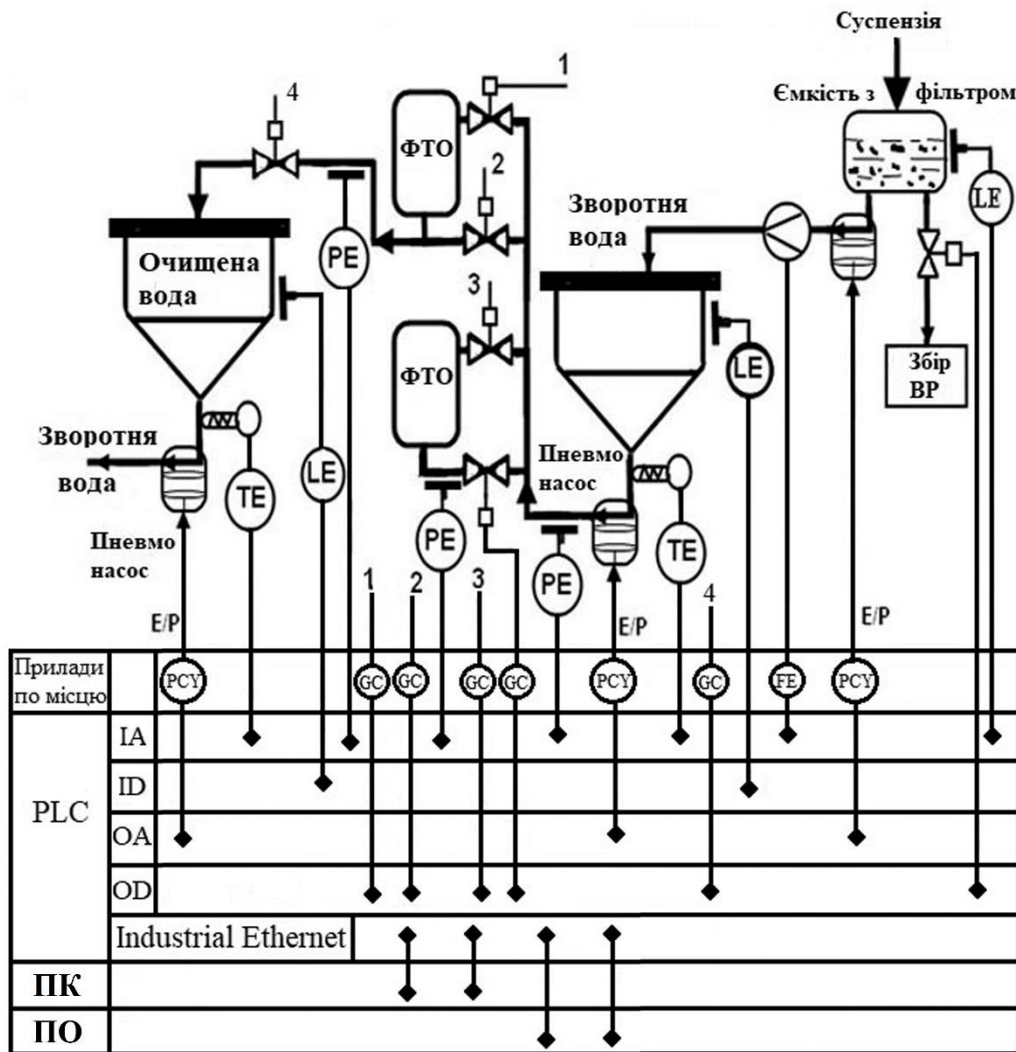


Рисунок 2.3 – Функціональна схема автоматизації очищення води

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Крім функцій управління при автоматизації водоочищення передбачається контроль:

- витрати додаткової води;
- рівнів в ємкостях з очищеною та відпрацьованою водою;
- температури в ємкостях з очищеною та відпрацьованою водою.

При досягненні заданого рівня ВР в ємкості з фільтром, оператором видається відповідний сигнал відкриття вентиля на вивантаження ВР до збірника.

На АРМі оператора передбачається сигналізація:

- стану всіх керованих насосних агрегатів та засувок;
- аварійного відключення обладнання;
- пожежної небезпеки.

Функціональна схема автоматизації процесу утилізації боєприпасів надана в Додатку А (СУ-42 6.050201.1 А2)

2.4 Перелік оброблюваних даних

Таблиця 2.1 – Перелік вхідних/вихідних сигналів

Параметр	Розміщення	Процес	Величина	Кількість давачів
Температура води, що подається	АВТ	Сигналізація, контроль	< 50°C	1
Температура масла	АВТ	Сигналізація, контроль, регулювання	38°C	1
Тиск масла	АВТ	Сигналізація, контроль, регулювання	25 МПа	1
Тиск води, що подається	АВТ	Сигналізація, контроль, регулювання	20 МПа	1
Витрата води, що подається	АВТ	Сигналізація, контроль, регулювання	10 л/хв	1
Тиск води на виході	АВТ	Сигналізація, контроль, регулювання	400 МПа	1

Продовження таблиці 2.1

Швидкість обертання мотора	АВТ	Контроль, регулювання	1500об/хв	2
Витрата води, що подається	УВТ	Сигналізація, контроль, регулювання	10 л/хв	1
Тиск води, що подається	УВТ	Сигналізація, контроль, регулювання	20 МПа	1
Температура води, що подається	УВТ	Сигналізація, контроль	< 50°C	1
Переміщення головок по координаті Х	УВТ	Позиціонування, контроль, регулювання	Позиц., мм	1
Переміщення головок по координаті Y	УВТ	Позиціонування, контроль, регулювання	Позиц., мм	1
Тиск води на виході	УВТ	Сигналізація, контроль, регулювання	60 МПа	1
Положення виробу	УВТ	Сигналізація, контроль, керування	Позиц.	1
Швидкість обертання мотора	УВТ	Контроль, регулювання	1500об/хв	1
Рівень води, суспензії	Водоочистка	Сигналізація, контроль, керування	1 м	3
Рівень ВР	Водоочистка	Сигналізація, контроль, керування	Позиц.	1
Витрата води	Водоочистка	Сигналізація, контроль, керування	100 л/хв	1
Температура води	Водоочистка	Сигналізація, контроль	50°C	2
Тиск	Водоочистка Робота ФТО	Сигналізація, контроль, керування	0,2 МПа	3

Продовження таблиці 2.1

Положення засувки	Водоочистка Робота ФТО	Сигналізація, контроль, керування	Позиц.	5
Швидкість перекачування води	Водоочистка Робота ФТО	Контроль, регулювання	до 60 л/хв.	3

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

РОЗДІЛ 3

ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, СИГНАЛІЗАЦІЇ, ЗАХИСТУ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Вибір давачів

Експлуатація установки повинна забезпечувати надійну і ефективну роботу необхідних параметрів і безпечні умови праці персоналу. Для виконання цих вимог експлуатація повинна вестися в точній відповідності з законоположеннями, правилами, нормами і керівними вказівками.

3.1.1 Давач температури води

Вимірювальний перетворювач Rosemount 3144P, в виконаннях на базі протоколів HART або FOUNDATION Fieldbus, володіє кращими в галузі характеристиками по точності, стабільності та надійності. Прилад 3144P має корпус з двома відсіками для більш надійного захисту від потрапляння води і агресивних середовищ. Стабільність вимірювань протягом 5 років і додатковий вбудований пристрій захисту від перехідних процесів роблять модель 3144P найбільш надійним засобом вимірювання температури серед наявних на ринку. Rosemount 3144P здатний приймати вхідні сигнали як від одного, так і від двох чутливих елементів. Чутливі елементи можуть перебувати в одному первинному перетворювачі або в двох незалежних. Конфігурацію з двома чутливими елементами можна використовувати для обчислення середньої температури, різниці температур, а також в режимі гарячого резервування Hot Backup і сигналізації дрейфу чутливого елемента. Розширені можливості діагностики дозволяють виявляти погіршення характеристик термопари, що дає більш повне уявлення про стан засобу вимірювання і підвищує контроль над технологічним процесом.[7]



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд Rosemount 3144P

					СУ42.6.050201.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

3.1.2 Давач тиску води

Виберемо і порівняємо давачі тиску, такі як Yokogawa EJX530 і Метран-75.

Таблиця 3.2 – Порівняльні характеристики датчиків тиску

Технічні характеристики	Yokogawa EJX530	Метран-75
Вимірювані середовища	Рідини, газ, газові суміші, пар	Рідини, газ, газові суміші, пар
Межі вимірювань	від 10,5 кПа до 25МПа	від 10,5 кПа до 25МПа
Основна приведена похибка	±0,1%	±0,5%; ±0,2%; ±0,1%
Вихідний сигнал	4-20 мА/HART	4-20 мА/HART
Діапазон температур навколишнього середовища	від -40 до 85°C; від -30 до 80°C (з РК- дисплеєм)	від -40 до 80°C;
Інтервал між повірками	до 5 років	до 5 років
Ступінь захисту давачів від впливу пилу і води	IP 67	IP 66

З таблиці 3.2 очевидно, що економічно вигідніше використовувати давач тиску Метран-75. Інтелектуальні давачі тиску серії Метран-75 призначені для безперервного перетворення в уніфікований струмовий вихідний сигнал і/або цифровий сигнал у стандарті протоколу HART вхідних вимірюваних величин:

- надлишкового тиску;
- абсолютного тиску;
- тиску-розрідження.



Рисунок 3.3 – Давач тиску Метран-75

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

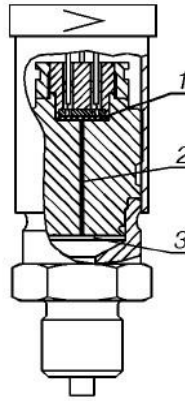


Рисунок 3.4 – Схема вимірювального блоку

Схема вимірювального блоку наведена на рис. 3.4. Давач складається з сенсорного модуля і електронного перетворювача. Сенсорний модуль, в свою чергу, складається з вимірювального блоку і плати аналого-цифрового перетворювача (АЦП). Під впливом тиску в камері вимірювального блоку, деформується чутливий елемент і змінюється значення електричного сигналу. Електронний перетворювач видає відповідний вихідний електричний сигнал.[8]

3.1.3 Давач рівня

Рівнеміри ультразвукові серії РИЗУР-1100 (рис. 3.5) призначені для вимірювання та контролю рівня наступних середовищ: вода, нафта і нафтопродукти, розчинники, зріджені гази, кислоти, луги та багато інших середовища. Рівнемір працює з усіма видами рідин від зріджених газів до пароводяної суміші.[9]



Рисунок 3.5 – Рівнемір РИЗУР-1100

Рівнемір може використовуватися в системах автоматичного контролю, регулювання та управління технологічними процесами, в системах очищення і фільтрування, в теплообмінниках і парогенераторах, в резервуарах для стоків, охолоджуючих і змащувальних рідин.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



Рисунок 3.6 – Витратомір Коріюліса Micro Motion R

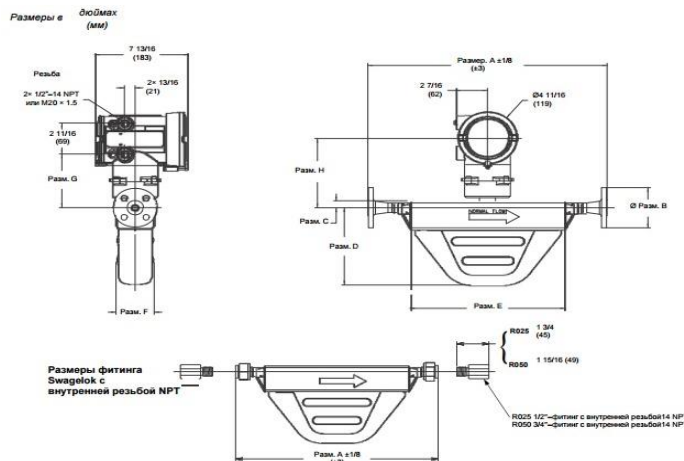


Рисунок 3.7 – Схема монтажу витратоміра Micro Motion R

Витратомір Коріюліса складається з сенсора і перетворювача. Сенсор безпосередньо вимірює витрату, щільність середовища і температуру сенсорних трубок. Перетворювач конвертує отриману з сенсора інформацію в стандартні вихідні сигнали. Вимірюване середовище, що надходить в сенсор, розділяється на рівні половини, що протікають через кожну з сенсорних трубок. Рух задаючої котушки (рис.3.8) призводить до того, що трубки коливаються вгору-вниз в протилежному напрямку один до одного.

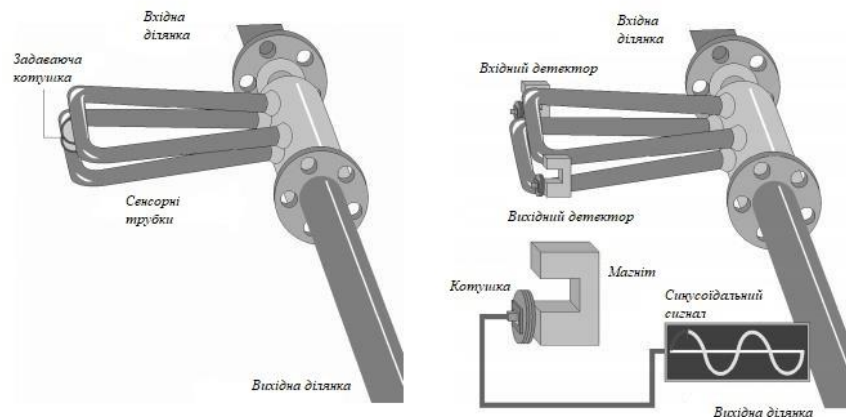


Рисунок 3.8 – Принцип роботи витратоміра Micro Motion R

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рисунок 3.10 – Енкодер Economy 3700.

Енкодер має такі характеристики:

- Вал/порожній вал Ø: Ø 4 ... 8 мм;
- Діаметр корпусу: Ø 37x32 мм;
- Швидкість: 6.000 об/мин;
- Ступінь захисту: IP 67 з боку корп.;
- Роздільна здатність: макс. 1024 імп/об;
- Напруга живлення DC: 5 V або 5...30 V;
- Температура середовища: -20 ... +70°C;
- Вихід: RS 422 або Push-pull;
- Тип з'єднання: Кабель;
- За бажанням: EX, дозволено використовувати в небезпечних зонах 2/22.[11]

3.1.6 Давач фіксації виробу

Для того, щоб захистити установку від запуску вхолосту, передбачено блокування обертання виробу в процес розмивання. Цей захист реалізується давачем фіксації виробу. Був обраний індуктивний давач, який призначений для безконтактного контролю положення предметів виготовлених з електро- і/або магнітопровідних матеріалів. Без фізичного контакту і незалежно від форми, індукційні безконтактні давачі виявляють всі предмети з кольорових і чорних металів, що знаходяться в межах активної зони, і видають відповідний керуючий сигнал.

Характерні особливості безконтактних перемикачів: не вимагають обслуговування і мають стійкість до зношування, не вимагають фізичного контакту, відсутність фізичного контакту призводить до відсутності биття, висока частота спрацьовувань, установка в будь-

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

- Без коефіцієнта перерахунку (U BERO);
- Для підвищеного тиску (IP68, 500bar);
- Іскробезпечні давачі для вибухонебезпечних середовищ.

Переваги:

- Важкі умови застосування, а саме важкі умови навколишнього середовища (Підвищена температура, вібрація, потрапляння вологи, пилу);
- Використання у вибухонебезпечних зонах категорії 2: стандарт АTEX100А.

3.2 Вибір регулюючих органів та виконавчих механізмів

3.2.1 Вибір електро – пневмоперетворювача

Щоб забезпечити поєднання керуючих засобів (МК) з виконавчими пневматичними механізмами, якими є ПН в системі водоочищення, використовуються перетворювачі електропневматичні типу ЕПП.

Електропневматичний перетворювач ЕПП призначений для перетворення уніфікованого безперервного сигналу постійного струму в уніфікований пропорційний пневматичний безперервний сигнал.

Основні технічні характеристики:

- Діапазон зміни вхідного сигналу 0–5; 0–20 або 4–20 мА;
- Вхідний опір перетворювача електропневматичного не більше:
 - ❖ (580±30) Ом – для вхідного сигналу 0–5 мА;
 - ❖ (115±15) Ом – для вхідних сигналів 0–20 мА та 4–20 мА.
- Вихідний сигнал **пневматичний аналоговий** 20—100 кПа;
- Межа допустимої основної похибки, не більше ± 1%;
- Номінальне значення тиску повітря живлення 140 кПа;
- Витрата повітря живлення перетворювача не більше 1,25 л/хв;
- Маса перетворювачів електропневматичних не більше 1,3 кг.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

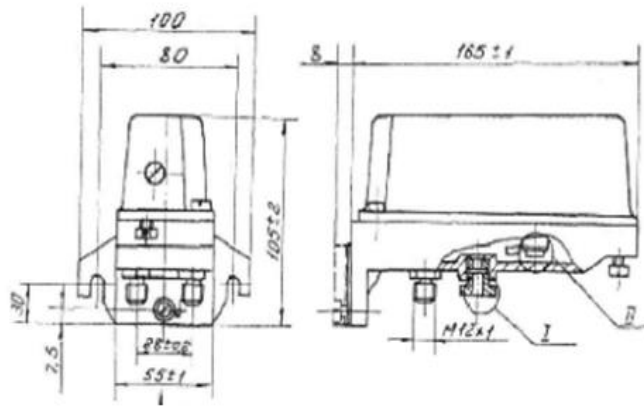


Рисунок 3.12 – Перетворювач електропневматичний типу ЕПП: 1) зовнішній вигляд; 2) габаритні і приєднувальні розміри

3.2.2 Вибір перетворювачів частоти

Серед різних способів управління приводами в даний час є частотне і широтно-імпульсна (ШІМ). Великою перевагою ШІМ є її висока стійкість і простота організації на мікропроцесорному контролері.

Додатковою перевагою використання ШІМ управління є можливість типізації алгоритму управління по типу ШІМ.

а) Перетворювач серії EI-P7002-45H.

Таблиця 3.5 – Основні технічні характеристики EI-P7002-45H

Макс. вихідна потужність	4,5 кВт
Напруга живильної мережі	220 В, 50 Гц
Вхідний сигнал (управляючий)	ШІМ, 16 кГц
Діапазон управління по частоті	від 1,3 до 50,0 Гц
Точність частотних режимов	+0,01% (от -10°C до +40°C)
Час розгону / гальмування	від 0,1 с до 3600 с
Захист двигуна від перенавантаження	Захист за допомогою електронного термічного реле перенавантаження
Миттєве перенавантаження за струмом	Електродвигун інерційно зупиняється при струмі близько 180% від номінального струму перетворювача
Перенавантаження	Електродвигун починає інерційно зупинятися через 1 хвилину роботи при 120% від номінального струму

Продовження таблиці 3.5



Рисунок 3.13 – Зовнішній вигляд EI-P7002-45H

3.2.3 Вибір блоків керування кроковими двигунами

Блок керування кроковим двигуном **G201X** (далі – драйвер) являє собою високотехнологічний функціонально закінчений електронний пристрій, призначений для управління біполярним гібридним кроковим двигуном (далі – КД) з максимальним струмом живлення кожної з обмоток двигуна до 7 Ампер.



Рисунок 3.14 – Зовнішній вигляд G201X

Основними перевагами драйвера G201X є апаратні функції **компенсації середньочастотного резонансу** і **зменшення впливу низькочастотних вібрацій**, а також функція «**морфіngu**» при роботі в режимі мікрошага (плавний перехід в режим цілого кроку на високих частотах обертання, для збільшення крутного моменту). Крім того в драйверах використовується **режим адаптивної рециркуляції** струму в обмотках двигуна, який забезпечує мінімальний нагрів КД і самого драйвера, як при обертанні так і при простой КД.

					СУ42.6.050201.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

дистанційного керування в системах холодного і гарячого водопостачання, в системах опалення, вентиляції та кондиціонування.

Особливості конструкції полягають у: широкому діапазоні регулювання:50:1; рівновідсотковій або лінійній характеристиці регулювання; наявності різноманітних типів ущільнення штока в залежності від робочих умов: шевронні манжети V-подібної форми з фторопласту PTFE, сальник з PTFE, графітові, ущільнення, двошаровий сальфон з н/ж сталі; високому ресурсі завдяки прецизійним направляючим штока та високій чистоті його полірованої поверхні; виконанні сідла, затвора та штоку з високоякісних термооброблених нержавіючих сталей.[14]



Рисунок 3.15 Сідловий клапан ARI-STEVI® 440.

Основні технічні данні:

- Робочі середовища: водяна пара, високотемпературна олива, неагресивні та агресивні рідини та гази, гліколь, технічні гази;
- Номінальні діаметри: DN 15 .. 250;
- Номінальний тиск: PN16 / 25 / 40;
- Номінальна пропускна спроможність, Kvs: 2,5..1000 м3/год;
- Температури робочого середовища: -60 .. +450 °C;
- Тип затвора: параболічний (стандарт), шліцьовий, збалансований по тиску;
- Приєднання: фланцеве по стандарту DIN.

					<i>CV42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Автоматичне регулювання клапана відбувається за допомогою електричного приводу лінійного переміщення. Він допускає роботу 100% часу при безперервній роботі і 80% часу при переривчастою роботі (до 1200 пусків в годину).

Основні технічні данні приводу:

- Номінальні зусилля: 2,2 / 5 / 12 / 15 кН;
- Напруга живлення: 230В, 50Гц, 1ф;
- Управління: трьохпозиційне;
- Потужність: 11 — 130 ВА (в залежності від моделі);
- Два кінцевих вимикача по зусиллю;
- Швидкість переміщення штока: 0,38 мм/с (0,79 мм/с; 1,00 мм/с);
- Ручне аварійне керування;
- Клас захисту корпусу: IP 65;
- Допустима температура навколишнього середовища: -20°C...+70°C.

Основні опції цього приводу:

- Позиціонер з вхідним керуючим сигналом 4-20 мА або 0-10В;
- Напруга живлення: 115В, 50Гц, 1ф; 24В АС / DC; 400В, 50Гц, 3ф;
- Додаткові проміжні вимикачі 2 шт;
- Електронний давач положення з вихідним сигналом 4-20 мА або 0-10В;
- Потенциометричний датчик положення, резистор обігріву та ін.;
- Виконання приводу з функцією безпеки (для переведення в безпечне положення при вимкненні електроживлення).

Механізм виготовлений з реостатним БСПР вихідного вала.

3.2.4.2 Вибір крокових двигунів

Так як в постановці завдання було вказано, що потрібно звернути увагу на точність позиціонування ріжучої та вимиваючої головок, було вирішено обрати саме крокові двигуни. Гібридний кроковий двигун NT86STH155-6204A, 2-х фазний NEMA 34 (86мм), кут кроку – 1.8°, забезпечує більший момент і велику швидкість. Гібридні двигуни поєднують в собі кращі риси двигунів зі змінним магнітним опором і двигунів з постійними магнітами. Розмір фланця - 86 мм, плавний хід, мала інерція. Характеристики крокового двигуна наведені в табл. 3.8

					СУ42.6.050201.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.8 – Характеристики крокового двигуна

Кут кроку	1.8°
Максимальна температура	80°C max
Температура навколишнього середовища	-20°C~+50°C
Опір ізоляції	100 MΩ Min. ,500VDC
Електрична міцність	500VAC макс 1 хв.
Радіальне биття вала	0.02Max. (навантаження - 450g)
Осьове биття вала	0.08Max. (навантаження - 450g)
Макс. радіальна сила	28N (20мм від торця)
Макс. осьове зусилля	10N

Детальну інформацію про двигун NT86STH155-6204A див. табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Детальна інформація про двигун NT86STH155-6204A

Модель	Довж.	Номін. напруга	Струм на фазу	Опір на фазу	Індукт. на фазу	Оберт. момент	К-сть виходів	Утрим. момент	Вага
З одним валом	(L)mm	VDC	A	Ω	mH	kg.cm	No.	kg.cm	Kg
NT86STH155-6204A	155	4.65	6.2	0.75	9.0	122	4	3.6	5.4

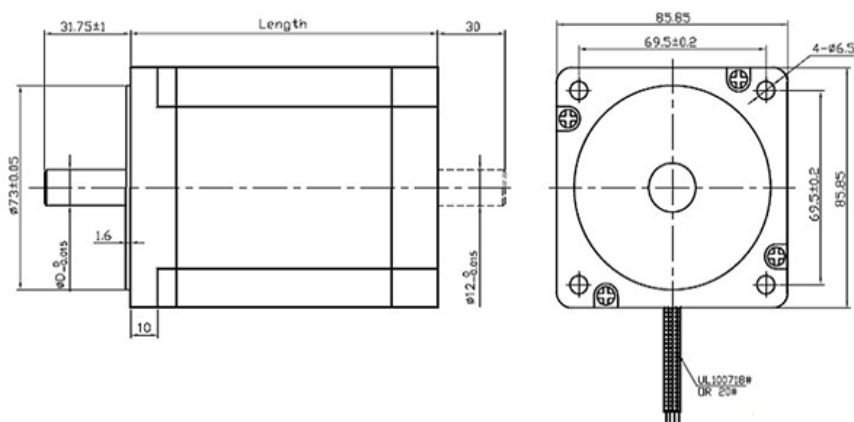


Рисунок 3.16 – Монтажні розміри NT86STH155-6204A

					CY42.6.050201.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

3.2.4.3 Вибір двигунів для АВТ та УВТ

Вибір двигунів полягає у розгляданні існуючих типів двигунів, таких як двигуни постійного струму, асинхронні та синхронні двигуни, та їх обранні за певними критеріями.

Одразу ж відмовляємося від двигунів постійного струму, так як у ньому використовують щітково – колекторне з'єднання. Це означає, що він вибухонебезпечний, що категорично виключає використання цього типу двигунів на ділянці утилізації боєприпасів.

Отже, лишається порівняти між собою синхронний та асинхронний двигуни.

Асинхронні електродвигуни змінного струму набули найбільшого поширення в промисловому виробництві. Особливістю даних приводів є більш висока частота обертання магнітного поля в порівнянні зі швидкістю обертання ротора.

У сучасних двигунах для виготовлення ротора використовується алюміній. Легка вага цього матеріалу дозволяє зменшити масу електродвигуна, скоротити собівартість.

Асинхронні електродвигуни задовольняють вимогам різних промислових застосувань:

- Для ліфтів та іншого обладнання, що вимагає ступеневої зміни швидкості, випускаються багатошвидкісні асинхронні приводи.
- При експлуатації лебідок і металообробних верстатів використовуються електродвигуни з електромагнітної гальмівною системою. Це обумовлено необхідністю зупинки приводу і фіксації валу при переборах напруги або його зникнення.
- У процесах з пульсуючим навантаженням або при повторно-короткочасних режимах можуть використовуватися асинхронні електродвигуни з підвищеними параметрами ковзання.

Синхронні двигуни - оптимальне рішення для обладнання з постійною швидкістю роботи: генераторів постійного струму, компресорів, насосів та ін.

Обмотки статора обох двигунів отримують живлення від мережі трифазного змінного струму. Для живлення обмотки збудження синхронного двигуна потрібно, крім того, джерело електричної енергії постійного струму.

Асинхронний пуск синхронних двигунів дещо складніший пуску асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором. Відносно пускових властивостей асинхронні двигуни з фазним ротором мають досить суттєві переваги перед синхронними двигунами.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Асинхронні двигуни дають можливість регулювати частоту обертання різними способами. Використання деяких з цих способів для регулювання частоти обертання синхронних двигунів в принципі неможливо, а деяких пов'язано з великими конструктивними та експлуатаційними труднощами. З огляду на це, слід мати на увазі, що синхронні двигуни відносяться до двигунів з нерегульованою частотою обертання.

Також слід зазначити, що синхронні двигуни дороговартісні і потребують особливих умов використання. Наприклад, безупинне використання, так як відновлення його роботи викличе певні труднощі.

Отже, із перелічених переваг та недоліків можна зробити висновок, що асинхронні двигуни підходять краще ніж синхронні.



Рисунок 3.17 – Асинхронний двигун

3.2.4.4 Вибір пневматичних насосів

У якості пневматичного насосу обираємо герметичний пневматичний мембранний насос ChemSafe 515.



Рисунок 3.18 – Зовнішній вигляд насосу ChemSafe 515

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Мембранний (діафрагмовий) пневмонасос хімічної серії ChemSafe 515 виготовлений в пластиковому корпусі з цілісних корозійностійких матеріалів чистого PTFE або НВМПЕ високої щільності і має комплектуючі, оброблені на верстатах з ЧПУ, які забезпечують практично герметичні стики між собою. Тому мембранні насоси цієї серії призначені для перекачування корозійних і абразивних середовищ.

У ньому відсутні відкриті металеві деталі, а сам корпус зовні також виконаний з корозійностійких матеріалів. Міцність і герметичність хімічного насоса на пневмоприводі забезпечується також шляхом стягування прихованих болтів. Ще однією перевагою хімічних двухдіафрагменних пневмонасосів є простий, надійний і при цьому легко зйомний повітряний клапан.[15]

Сфери застосування мембранного насоса з пневмоприводом ChemSafe 515:

- перекачування та дозування кислот і розчинників;
- виробництво керамічних виробів - фінішні операції;
- нанесення гальванічних покриттів;
- подача на фільтр-прес;
- виробництво сталевих виробів;
- заповнення гальванічних ванн;
- нанесення покриттів карбіду кремнію;
- насос для подачі вапняного розчину;
- перекачування стічних вод та водоочищення.

Характеристики двухмембранного насосу промислової серії ChemSafe 515 наведені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 - Характеристики насосу ChemSafe 515

Діаметр патрубків:	1/2"
Продуктивність:	до 60,6 л/хв.
Швидкість роботи:	до 381 тактів за хвилину
Об'єм камери:	0,16 л
Матеріал корпусу:	чистий PTFE або СВМПЕ
Проточна частина:	чистий PTFE або СВМПЕ

Продовження таблиці 3.10

Матеріал сідел:	чистий PTFE або CBMPE
Матеріал куль:	PTFE
Матеріал мембран:	багатошаровий PTFE / EPDM, EPDM, NBR
Висота всмоктування:	до 3,3 м всуху, до 9,5 м під затокою
Розмір частинок:	до 4,1 мм
Робоча температура:	до 100С
Тиск повітря:	2,0 — 7,0 бар
Подача повітря:	1/2 npt або 1/2 bspt

3.3 Вибір мікропроцесорних засобів

3.3.1 Контролер

Автоматизація процесу утилізації відбувається завдяки контролеру **SIMATIC S7–1200** на базі процесора CPU1215C, який зображений на рис. 3.19.



Рисунок 3.19 – Загальний вигляд контролера

Програмовані контролери SIMATIC S7–1200 – це нове сімейство системних мікроконтролерів для вирішення найрізноманітніших завдань автоматизації малого рівня. Ці контролери мають модульну конструкцію і універсальне призначення. Вони здатні працювати в реальному масштабі часу, можуть використовуватися для побудови відносно простих вузлів локальної автоматики або вузлів комплексних систем автоматичного

управління, що підтримують інтенсивний комунікаційний обмін даними через мережі Industrial Ethernet / PROFINET, PROFIBUS, а також PtP (Point-to-Point) з'єднання.[16

Програмовані контролери S7–1200 мають компактні пластикові корпусу зі ступенем захисту IP20, можуть монтуватися на стандартну 35 мм профільну шину DIN або на монтажну плату і працюють в діапазоні температур 0..50°C або -20..60°C. Вони здатні обслуговувати від 10 до 284 дискретних і від 2 до 67 аналогового каналу введення – вивода. При однакових з S7-200 конфігураціях введення – виведення контролер S7–1200 займає на 35% менший монтажний об'єм. До центрального процесора (CPU) програмованого контролера S7–1200 можуть бути підключені комунікаційні модулі (CM); сигнальні модулі (SM) і сигнальні плати (SB) введення – виведення дискретних і аналогових сигналів. Спільно з ними використовуються 4 – каналний комутатор Industrial Ethernet (CSM 1277) і модуль блоку живлення (PM 1207).[17,18]

Кожен центральний процесор S7–1200 оснащений вбудованим інтерфейсом Ethernet, який використовується для програмування та діагностики, обміну даними з іншими системами автоматизації, пристроями та системами людино – машинного інтерфейсу. Всі типи центральних процесорів оснащені двома аналоговими входами, набором дискретних входів і виходів, а також блоком живлення датчиків з вихідним напругою = 24 В. Підключення зовнішніх ланцюгів виконується через знімні термінальні блоки з контактами під гвинт. Центральні процесори допускають підключення до трьох комунікаційних модулів і установку однієї сигнальної плати (SB) введення-виведення. Додатково до CPU 1212C може підключатися до 2, до CPU 1214C і 1215C - до 8 сигнальних модулів (SM). Сигнальні модулі (SM) розширення дозволяють адаптувати контролер до вимог розв'язуваної задачі. Вони дозволяють збільшувати кількість входів і виходів, з якими працює центральний процесор, доповнювати систему введення-виведення дискретними і аналоговими каналами з необхідними параметрами входних і вихідних сигналів. Сигнальні модулі встановлюються праворуч від центрального процесора (крім CPU 1211C). Комунікаційні модулі встановлюються зліва від центрального процесора і підключаються до його внутрішньої шини через вбудовані в кожен модуль з'єднувачі. Максимально можна використовувати 3 будь-яких комунікаційних модуля з усіма типами центральних процесорів. [17-18]

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Таблиця 3.11 – Порівняльна характеристика процесорів

Центральний процесор	CPU1211C	CPU1212C	CPU1214C	CPU1215C	CPU1217C
Вбудована завантажувача пам'ять	1 МБ	1 МБ	4 МБ	4 МБ	4 МБ
Розширення	Картою пам'яті ємністю до 24 Мбайт				
Вбудована робоча пам'ять	30 КБ	50 КБ	75 КБ	100 КБ	125 КБ
Незалежна пам'ять для збереження даних	10 КБ	10 КБ	10 КБ	10 КБ	10 КБ
Адресний простір введення-виведення	що не більше 1024 байт на введення / 1024 байти на виведення				
Час виконання, не менше					
логічної операції	0.08 мкс	0.08 мкс	0.08 мкс	0.08 мкс	0.08 мкс
операції зі словами	1.7 мкс	1.7 мкс	1.7 мкс	1.7 мкс	1.7 мкс
математичної операції з плаваючою комою	2.3 мкс	2.3 мкс	2.3 мкс	2.3 мкс	2.3 мкс
ПД регулювання	Підтримується, до 16 контурів				
Швидкісні входи	00 кГц, всі входи CPU, тільки в моделях з транзисторними виходами				
Швидкісні входи RS485	-	-	-	-	4, до 1 МГц
Імпульсні входи	100 кГц, всі входи CPU, тільки в моделях з транзисторними виходами				
Імпульсні входи RS485	-	-	-	-	4, до 1 МГц
Запас ходу годинника	480 годин	480 годин	480 годин	480 годин	480 годин
Інтерфейс Ethernet	1xRJ45, 10/100Мбит/с			2x RJ45, 10/100 Мбит/с	
Вбудований комутатор Ethernet	немає	немає	немає	1x10/100 Мбит/с	

					СУ42.6.050201.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Підключення до сусідніх модулів проводиться за допомогою висувного з'єднувача, який вмонтовано в кожен модуль. Зовнішні ланцюги підключаються через знімні термінальні блоки з контактами під гвинт. Термінальні блоки закриті захисними ізолюючими кришками. Застосування знімних термінальних блоків дозволяє виробляти заміну модулів без демонтажу їх зовнішніх ланцюгів.

На лицьовій панелі модулів розташовані світлодіоди індикації їх станів модуля і станів зовнішніх ланцюгів. Склад світлодіодів залежить від типу конкретного модуля.

Сигнальні модулі встановлюються праворуч від центрального процесора CPU 1215C.[18]

У якості сигнального модуля для вхідних аналогових сигналів (AI) обрали **SM 1231** (± 10 В, ± 5 В, ± 2.5 В, 0/4...20 мА/ 13 біт) зображений на рисунку 3.21.

Будемо використовувати декілька таких модулів, тому що один приймає лише 8 аналогових сигналів, а потрібно мінімум 17.



Рисунок 3.21 – Загальний вигляд сигнального модуля

У якості сигнального модуля для вихідних аналогових сигналів (AO) обрали **SM 1232** (± 10 В/ 14 біт або 0/4...20 мА/ 13 біт) зображений на рисунку 3.22.

Будемо використовувати декілька таких модулів, тому що один видає лише 4 аналогових сигналів, а потрібно мінімум 7.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48



Рисунок 3.22 – Загальний вигляд сигнального модуля

3.3.3 Комунікаційний модуль

У якості комунікаційного модуля використовується **CM 1241** зображений на рисунку 3.23. Він має такі інтерфейси, як RS 485/422, PtP з'єднання та протоколи ASCII, USS, Modbus RTU. Такий вибір залежить від використовуваного нами інтерфейсу RS 422, яким під'єднуємо декілька енкодерів.



Рисунок 3.23 – Загальний вигляд комунікаційного модуля

До одного центрального процесора може бути підключено до трьох комунікаційних модулів. Комунікаційні модулі підключаються до контролера через внутрішню комунікаційну шину і встановлюються зліва від центрального процесора. Виняток становить тільки модуль CSM 1277, який не має інтерфейсу підключення до внутрішній шині і може встановлюватися в крайній лівій або правій позиції на одній профільній шині з контролером або на окремій профільній шині.[18]

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

3.3.4 Комутатор

Задля того, щоб створити канал зв'язку з PC та HMI – панеллю, які знаходяться на АРМ, обираємо такий комутатор, як **CSM 1277** зображений на рис 3.24. Він має 4 – канальний комутатор Industrial Ethernet, 4 x RJ45, 10/100 Мбіт/с. Це повністю задовольняє наші потреби.



Рисунок 3.24 – Загальний вигляд комунікаційного модуля

3.3.5 Блок живлення

У якості блоку живлення використовується **PM 1207** зображений на рисунку 3.25.



Рисунок 3.25 – Загальний вигляд блоку живлення

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Блок живлення PM1207 (Power Module) оптимальний для серії контролерів SIMATIC S7–1200 по дизайну і функціональності і забезпечує зовнішнє живлення входів і виходів, коли потужності, вбудованого в ЦПУ джерела живлення недостатньо.

Основні характеристики:

- Стабілізований блок живлення для програмованих контролерів SIMATIC S7-1200.
- Компактний пластиковий корпус формату модулів S7-1200 шириною 70 мм.
- Вхідна напруга ~ 120/230 В з автоматичним настроюванням на рівень вхідної напруги.
- Вихідна напруга = 24 В, номінальний струм навантаження 2.5 А.
- Захист від коротких замикань в ланцюзі навантаження. [18]

3.3.6 Панель оператора

Панель оператора є невід’ємною частиною виробничого процесу. За її допомогою, оператор може повністю контролювати роботу установки та якщо необхідно зупинити або корегувати її. Це пристрій, який дозволяє відображати на екрані, змінювати, зберігати або архівувати поточні значення процесу управління об’єктом, обладнанням або механізмом. Панелі оператора дозволяють дистанційно бачити і управляти роботою обладнання через комп’ютерну мережу підприємства або через мережу Інтернет, отримати доступ до екрану панелі оператора з віддаленого комп’ютера або навіть з екрану мобільного телефону (android, ios). На великому кольоровому сенсорному екрані панелі оператора дуже зручно відображаються дані і поточні значення з будь-яким розміром шрифту на будь-якій мові, мнемосхеми, що обертаються або миготливі динамічні елементи і фотографії, які оператор може легко побачити, проаналізувати, змінити або зберегти в архів і скопіювати на SD – карту пам’яті або звичайний USB-накопичувач (на флешку).

У якості панелі оператора обираємо сенсорну панель **SIMATIC HMI TP900 Comfort** зображену на рисунку 3.26.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Продовження таблиці 3.13

Процедура доступу	CSMA/CD
Швидкість передачі	10 Mbit/c 100 Mbit/c
Кількість учасників	необмежена по 1024 на мережевий сегмент
Довжина мережі	
Електричні мережі	1.5 км
Оптичні мережі 10 Мбіт / с	4.5 км
Комутуючі оптичні мережі 100 Мбіт / с	необмежено
Середовище передачі	
Електричні мережі	Тріаксіальний кабель Індустріальна та офісна кручені пари
Оптичні мережі	Оптоволоконні кабелі (скло)
Топологія	Шина, дерево, кільце, зірка
Протоколи	Протокол незалежна мережа

Мережа Industrial Ethernet використовується для обміну даними між програмованими контролерами, а також програмованими контролерами і інтелектуальними партнерами по зв'язку (комп'ютерами, процесорами і т.д.). Для організації обміну даними використовують наступні комунікаційні функції:

PG/OP функції зв'язку. Вбудовані комунікаційні функції систем автоматизації SIMATIC, що дозволяють проводити обмін даними з пристроями людино-машинного інтерфейсу SIMATIC HMI (текстовими дисплеями, панелями оператора і т.д.), а також програматорами SIMATIC PG (STEP 7, STEP 5).

S7 функції зв'язку. S7 функції зв'язку дозволяють створювати оптимізовані системи зв'язку для обміну даними між програмованими контролерами SIMATIC S7, системами автоматизації SIMATIC C7, системами комп'ютерного управління SIMATIC WinAC, програматорами і комп'ютерами. S7 функції дозволяють передавати дані по MPI, PROFIBUS і Industrial Ethernet. За один цикл обміну даними може передаватися до 64Кбайт.

Стандартні функції зв'язку. Забезпечують підтримку стандартних функцій обміну даними. OPC (OLE for Process Control) – стандартний відкритий інтерфейс, що забезпечує

конфігурування визначається склад обладнання в цілому, розбиття на модулі, способи підключення, використовувані мережі, вибираються налаштування для використовуваних модулів. Система перевіряє правильність використання і підключення окремих компонентів. Завершується конфігурація завантаженням обраної конфігурації в обладнання, що по суті є налаштуванням обладнання. Утиліти конфігурації дозволяють здійснювати діагностику обладнання, виявляти апаратні помилки або неправильний монтаж обладнання. Програмування контролерів виробляється редактором програм, що забезпечує написання програм на трьох мовах:

- LAD - мова релейно-контактної логіки;
- FBD - мова функціональних блокових діаграм;
- STL - мова списку інструкцій.[21]

Simatic WinCC (Windows Control Center) – система HMI, програмне забезпечення для створення людино-машинного інтерфейсу, складова частина сімейства систем автоматизації Сіматік. Основні можливості WinCC:

- Візуалізація техпроцесу (Graphic Designer);
- Конфігурація та налаштування зв'язку з контролерами різних виробників (Tag Management);
- Проектування системи звітності (Report Designer);
- Взаємодія з іншими додатками, в тому числі і по мережі, завдяки використанню стандартних інтерфейсів OLE, ODBC і SQL забезпечує просту інтеграцію WinCC у внутрішню інформаційну мережу підприємства;
- Проста побудова систем клієнт – сервер;
- Побудова резервованих систем;
- Розширення можливостей шляхом використання елементів ActiveX;
- Відкритий OPC-інтерфейс (OLE for Process Control);
- Взаємодія з пакетом Simatic Step 7.[21]

Розроблена SCADA автоматизації процесу утилізації боєприпасів надана в **ДодаткуБ**

Розроблений алгоритм процесу утилізації боєприпасів наданий в **Додатку В**

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз потенційно небезпечних факторів

Об'єкт управління є частиною промислового виробництва. На підприємстві в основному знаходяться пневматичні насоси, установки високого тиску та агрегати високого тиску, робота відбувається з вибухонебезпечними виробами, в зв'язку з цим, під час роботи створюються можливі несприятливі і шкідливі фактори:

- параметри мікроклімату;
- шум;
- освітлення;
- можливість пожежі;
- безпека рухомих елементів.

До основних нормативних показників мікроклімату повітря робочої зони відносяться температура, відносна вологість, швидкість руху повітря.

Показниками, що характеризують мікроклімат у виробничих приміщеннях, є:

- температура повітря;
- температура поверхонь;
- відносна вологість повітря;
- швидкість руху повітря;
- інтенсивність теплового опромінення.

Висока температура повітря сприяє швидкій стомлюваності працюючого, може привести до перегріву організму, теплового удару. Низька температура повітря може викликати місцеве або загальне охолодження організму, може стати причиною простудного захворювання або обмороження. Вологість повітря значно впливає на терморегуляцію організму людини. Висока відносна вологість при високій температурі повітря сприяє перегріванню організму, при низькій температурі вона підсилює тепловіддачу з поверхні шкіри, що веде до переохолодження організму. Низька вологість викликає пересихання слизових оболонок дихальних шляхів працюючого. Рухливість повітря ефективно сприяє тепловіддачі організму людини і позитивно проявляється при високих температурах і негативно при низьких. Згідно з ДСН 3.3.6.042-99. «Робота з установкою утилізації боеприпасів відноситься до операторської, що пов'язана із нервово-емоційною напругою

					СУ42.6.050201.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

4.2 Освітлення

Найважливішим джерелом інформації, яка надходить в мозок людини, є зір. З усієї інформації за рахунок зору людина отримує близько 95%. Разом з тим, освітлення впливає на загальний стан людини, її безпеки і продуктивність праці. Максимальній продуктивності праці відповідає оптимальна освітленість.

З'ясовано, що збільшення освітленості від 100 до 1000 лк при зовнішній зоровій роботі підвищує продуктивність на 10-20%, зменшує шлюб на 20% і знижує число нещасних випадків на 30%. При недостатній або непостійній освітленості орган зору змушений пристосовуватися, що можливе завдяки здатності ока до адаптації. Для оптимальної освітленості на робочому місці необхідно дотримуватися наступних вимог:

- Відповідність між освітленістю на робочому місці і характеристикою зорової роботи, яка залежить від таких параметрів: об'єкт розпізнавання – найменшого розміру предмета, який потрібно добре бачити в процесі роботи; фону поверхні, прилеглої безпосередньо до об'єкта розпізнавання, або на якій він розглядається. Ця величина має три значення: світлий, середній і темний, що залежить від коефіцієнта відбиття поверхні, яка відповідно має значення: понад 0,4; 0,4-0,2 і менше ніж 0,2;
- Контрасту об'єкта розпізнавання з фоном, який залежить від співвідношення яркостей об'єкта розпізнавання і фону. Контраст має також три значення: малий, середній і великий. Рівномірне освітлення для зменшення втоми очей за рахунок адаптації, а також відсутність різких тіней і блискотки, які надають сприяння засліпленість;
- Сталість освітленості під час роботи, що досягається здебільшого стабілізацією напруги при штучному освітленні;
- Вибір відповідає умовам роботи спектрального складу світла, оптимальної спрямованості світлового потоку і електробезпеки всіх елементів систем освітлення.[22]

4.3 Пожежонебезпека

Для запобігання пожежі, потрібно забезпечити електробезпеку. Електробезпека ліній забезпечується:

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Керівники зобов'язані організувати вивчення та виконання типових правил пожежної безпеки усіма працівниками теплиці, установити в приміщеннях строгий протилежний контроль.

4.4 Небезпека рухомих елементів

Для забезпечення безпеки автоматичних, автоматизованих і механізованих установок слід дотримуватись таких вимог:

- вимоги до основних елементів конструкції;
- вимоги до захисних огорож;
- вимоги до головного електро приводу, до гідроприводу, пневмоприводу і систем з мастилами;
- вимоги до органів управління;
- вимоги до рівня шуму і вібрації;
- вимоги до устрою майданчиків і сходів;
- вимоги до електроустаткування.

Розташування. Автоматизовані установки (ділянки) розташовуються в спеціально спроектованих цехах (будівлях) і відокремлюються від сусідніх установок (ділянок), стін, під'їзних шляхів проходами. Розміри проходів відповідно до ГОСТ 22-1424-80.

Органи управління. Розміщення елементів керування автоматичних ліній повинно виключати можливість їх випадкового включення і виключення. Органи управління повинні мати чітко виконані написи або символи, що пояснюють призначення кожного з них. На лініях з великим фронтом обслуговування органи управління дублюються. Управління обладнанням на однотипних лініях уніфіковано. Розташування пульта управління лінією повинно забезпечувати можливість візуального контролю виконання робочих і транспортних операцій. У деяких випадках робоче місце оператора знаходиться в закритій кабіні, що забезпечує захист від впливу шкідливих виробничих факторів даного технологічного комплексу.[22]

4.5 Захисні заходи в електроустановках

Комплекс захисних заходів у електроустановках передбачає наступні заходи:

- занулення електроустановок з повторним заземленням нульового проводу на ввіді споживача;

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- силова і освітлювальне навантаження захищається від струмів короткого замикання автоматами АЕ 2046. Освітлювальна частина виконана кабелем ВВГ – 4,10 мм². Прокладка кабелю відкрита і кріпиться до троса. Світильники ВІД - 400 теж закріплюються на тросі. Вся силова частина знаходиться в щиті, який приєднаний до заземлювального контуру.

Особливе місце в системі захисних заходів має контроль за станом ізоляції. Для запобігання витоку електричного струму через місця пошкоджень ізоляції, при якій виникає небезпека ураження електричним струмом, а також вихід з ладу електрообладнання, проводяться періодичні заміри ізоляції електроустановок, проводів і кабелів під час капітального ремонту. Визначають опір ізоляції кожної фази щодо землі і між кожною парою фазних проводів на кожній ділянці.[22]

Основним заходом забезпечення електробезпеки людей в електроустановках, є занулення корпусів. Апаратура управління розміщується в шафах, в спеціальному приміщенні – електрощитовій. Доступ до неї має тільки спеціальний персонал (електрики). Пускозахисна апаратура розташовується в технологічному коридорі в шафах управління ШУМ. Корпус ШУМ заземлюється. Також заземленню підлягають корпуси електродвигунів.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У ринкових умовах конкурентні переваги має той, хто пропонує нові ідеї, нестандартні підходи та визначає актуальність застосування того чи іншого обладнання підприємствами різних галузей промисловості. Враховуючи сучасні потреби в покращенні умов праці для працівників було розроблено автоматизовану систему управління утилізації боєприпасів.

5.1 Розрахунок собівартості системи управління автоматизованої установки утилізації боєприпасів

У ринкових умовах конкурентні переваги має той, хто пропонує нові ідеї, нестандартні підходи та визначає актуальність застосування того чи іншого обладнання підприємствами різних галузей промисловості. Враховуючи сучасні потреби в покращенні умов праці для працівників було розроблено автоматизовану систему управління утилізації боєприпасів.

Собівартість системи – це виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства на виробництво та збут. Затрати на виробництво системи формують виробничу собівартість, а затрати на виробництво і збут становлять повну собівартість. Розрахунок собівартості системи керування за статтями витрат називається калькуляцією.

Загальна вартість всього обладнання для системи керування утилізації боєприпасів приведена в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок собівартості для установки утилізації боєприпасів

№	Назва	Кількість, шт	Ціна, грн	Загальна вартість, грн
<i>Давачі</i>				
1	Термоперетворювач Rosemount 3144P	5	14000	70000
2	Давач тиску Метран-75	6	17000	102000

Перенос таблиці 5.1

18	Блок керування кроковим двигуном G201X	2	3000	6000
19	Частотний регулятор ЕІ-Р7002-45Н	3	57000	171000
20	Електро – пневмо перетворювач	3	3000	9000
21	Монтажні елементи		50 000	50 000
<i>Інше</i>				
22	Монтажні роботи		50 000	50 000
			<i><u>ВСЬОГО</u></i>	1 167 000

Отже загальна собівартість автоматизованої системи керування в тепличному приміщенні становить 1 167 000 грн. Затрати на монтажні матеріали будуть збільшуватися в залежності від площі приміщення.

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз процесів, що забезпечують утилізацію ВР. Розглянута технологічна схема утилізації характеризується використанням передових технологій гідрорізання, позиційного управління положенням обробного інструменту і екологічного очищення використовуваної води.

Розроблено функціональну схему автоматизації, що забезпечує підтримку технологічних режимів процесу утилізації. На основі аналізу функціональної схеми автоматизації розглянуті можливі варіанти використання засобів автоматизації і побудови каналів зв'язку для забезпечення дистанційного управління процесом утилізації ВР.

Підібрано конкретні технічні засоби автоматизації.

Обрано програмне середовище TIA Portal яке, розроблене фірмою Siemens, як і обране мікропроцесорне обладнання. Це забезпечить високу продуктивність, розробленого для контролера, програмного забезпечення. Завдяки простому та зрозумілому інтерфейсу, оператору легко буде обслуговувати розроблений об'єкт. Забезпечує розробку та впровадження SCADA системи.

Розроблений алгоритм керування процесом утилізації.

Керування точністю позиціонування каретки з розрізаючою та вимиваючою головками проводиться на основі результатів проведених досліджень в науковій роботі "Керування позиціонуванням скануючого пристрою"[23, 24].

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

- 23) Кулінченко Г.В., Мозок Є.М. Павленко Є.В Керування позиціонуванням пристрою сканування Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування» – Тернопіль: 2017– 244 с 8-9 червня С.217-219
- 24) Кулінченко Г.В., Мозок Є.М. Павленко Є.В Дослідження режимів позиціонування скануючого пристрою. XVI Міжнародна науково - технічна конференція «Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об'єктів» .- Кременчук.-2017.-С. 115-117.
- 25) Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів / укладачі: В.Д. Черв'яков, О.Ю. Журавльов, І.В. Щокотова – Суми: Сумський державний університет, 2013. – 69с.

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ДОДАТКИ

					<i>СУ42.6.050201.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71