

Міністерство освіти і науки України
 Національний технічний університет
 «Дніпровська політехніка»
 Навчально-науковий інститут електроенергетики
 (інститут)
 Електротехнічний факультет
 (факультет)
 Кафедра кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем
 (повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

здобувача вищої освіти Іщенко Єгор Сергійович
 (П.І.Б.)

академічної групи 151-17-1

(шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
 (код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(офіційна назва)

на тему Автоматизація процесу управління гідравлічним випробуванням труб для прокатного стану

(назва за наказом ректора)

Консультанти	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинг.	інституційною	
Керівник кваліфікаційної роботи	доц. Заславський О.М.			
Провідний консультант	доц. Заславський О.М.			
Розробка апаратного забезпечення системи керування	доц. Соснін К.В.			
Визначення моделі об'єкта керування	ст.викл. Бойко О.О.			
Економічна частина	ст. викл. Яремчук І.О.			
Охорона праці	проф. Чеберячко Ю.І.			
Нормоконтролер	ас. Славінський Д.В.			

Дніпро
2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачем кафедри
кіберфізичних та інформаційно-
вимірювальних систем
(повна назва)

_____ Ткачов В.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавра

здобувача вищої освіти Іщенко Є.С. академічної групи 151-17-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(офіційна назва)

на тему Автоматизація процесу управління гідравлічним випробуванням труб для прокатного стану

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання	Вступ. Опис технологічного процесу для об'єкта автоматизації. Огляд існуючих систем автоматизації. Стан питання. Вибір напрямку створення автоматизованої системи.	31.03.2021
Розробка апаратного забезпечення системи керування	Обрання датчиків, виконавчих пристроїв та пристрою керування, розробка структурних схем, функціональної схеми автоматизації та принципової схеми електричної.	06.05.2021
Визначення моделі об'єкта керування	Розробка методики дослідження об'єкта керування. Виконання експерименту. Обробка результатів експерименту. Створення моделі об'єкта керування. Перевірка отриманої моделі на адекватність.	25.05.2021
Економічна частина	Економічне обґрунтування доцільності витрат на створення системи керування.	02.06.2021
Охорона праці	Розробка організаційно-технічних заходів, щодо реалізації правил безпеки при експлуатації системи.	10.06.2021

Завдання видано

_____ (підпис п. конс.)

доц. Заславський О.М.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 01.03.2021

Дата подання до атестаційної комісії 10.06.2021

Прийнято до виконання

_____ (підпис здобувача)

Іщенко Є.С.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота містить __ стор., __ рис., __ табл., __ дод., __ арк. графічного матеріалу формату А4.

Об'єкт розробки: системи управління стендом «MetТerra» СГИТ 01-89-219, який призначений для гідровипробування, виготовлених на металопрокатному стані зварних труб діаметром 89...219 мм на міцність і щільність.

Мета: розробка підсистемі автоматичного управління револьвером подачі і скидання труб забезпечить подачу, точне позиціонування труби та скидання її у циклі гідровипробування труб.

В роботі проаналізована технологічний процес, структура об'єкта керування та вимоги до його функціонування. На підставі чого сформовані вимоги до апаратного забезпечення системи керування її функціонування та програмного забезпечення.

Відповідно до загальної тенденції в області автоматизації вибрана сучасна структура системи автоматичного управління і елементна база для автоматичного управління револьвером подачі і скидання труб.

За результатами аналізу вимог до функціонування системи керування, датчиків та виконавчих пристроїв обрано пристрій ПЛК та його модулі. На підставі обраного апаратного забезпечення розроблено функціональну схему автоматизації системи керування та схему електричну принципову системи керування.

На підставі передавальних функцій розроблені відповідні моделі об'єкта управління в середовищі імітаційного моделювання Simulink. Модель відповідає перевірочним даними більше ніж на 90%. Виходячи з цього, модель є адекватною і може бути використана для моделювання об'єкта управління і системи управління.

ТУБОПРОКАТ, СТЕНД, ГІДРОВИПРОБУВАННЯ, СИСТЕМА, ДАТЧИК, ЕЛЕКТРОДВИГУН

ЗМІСТ

Зміст	4
Вступ.....	7
1 Стан питання та постановка завдання.....	9
1.1 Галузь промисловості	9
1.2 Технологічний процес.....	9
1.2.1 Узагальнена технологія виготовлення труб	10
1.3 Об'єкт управління	14
1.3.1 Загальна характеристика об'єкта керування	14
1.3.2 Об'єкт автоматизації.....	15
1.4 Функціонування системи управління.....	17
1.4.2 Аналіз процесу керування	18
1.4.3 Формулювання задачі керування	21
1.5 Висновки по розділу	21
2 Розробка апаратного забезпечення системи управління.....	23
2.1 Розробка структурної схеми системи управління	23
2.2 Розробка структурної схеми інформаційних потоків.....	25
2.3 Вибір апаратного забезпечення системи управління	26
2.3.1 Вибір датчиків	26
2.3.2 Вибір виконавчих пристроїв	29
2.3.3 Вибір пристрою керування.....	29
2.3.4 Вибір джерел живлення	37
2.4 Розробка функціональної схеми автоматизації.....	39
2.5 Розробка схеми електричної принципової	40
2.5 Висновки за розділом.....	42

	5
3 Визначення моделі об'єкта управління	43
3.1 Розробка структурної схеми інформаційних потоків дослідницької системи	43
3.2 Розробка методики дослідження об'єкта управління	45
3.3 Виконання експерименту	47
3.4 Обробка результатів експерименту	52
3.4.1 Підготовка даних.....	52
3.4.2 Структурна ідентифікація	53
3.4.3 Параметрична ідентифікація.....	54
3.4.4 Розробка моделі об'єкта управління в Simulink	57
3.4.5 Перевірка моделі на адекватність.....	58
3.5 Висновки за розділом.....	59
4 Економіка	61
4.1 Розрахунок капітальних витрат	61
4.1.1 Вартість комплектуючих системи	61
4.2 Експлуатаційні витрати	62
4.2.1 Амортизація обладнання	62
4.2.2 Вартість електроенергії	62
4.2.3 Розрахунок фонду заробітної плати	63
4.2.4 Відрахування на соціальні заходи	63
4.2.5 Визначення річних витрат на технічне обслуговування й ремонт	64
4.2.6 Визначення інших витрат.....	64
4.3 Висновки по розділу	64
5 Охорона праці	65
5.1 Вплив електронно-обчислювальних машин на стан здоров'я користувача..	66

	6
5.2 Ергономічні вимоги до робочого місця оператора електронно-обчислювальних машин.....	68
5.3 Вимоги до оператора електронно-обчислювальних машин.....	72
5.2 Висновки по розділу	73
Висновки	74
Перелік посилань.....	76
Додаток А.....	80
Додаток Б.....	81
Відгуки консультантів кваліфікаційної роботи	82
Відгук.....	84
Рецензія	86

ВСТУП

Стан і перспективи розвитку будь-якої галузі промисловості України визначаються, передусім, її потенціалом. Промисловий потенціал гірничо-металургійного комплексу України останніми роками і до теперішнього часу є фундаментним елементом економіки держави. Металургія, гірничо-металургійний комплекс(ГМК) є основним донором бюджету, забезпечуючи більше 40% надходжень валюти в країну. Майже 30% складає його частину у валовому внутрішньому продукті. На металургійну промисловість спираються і для неї працюють енергетика, машинобудування, будівництво, фінансова сфера. У галузі зайнято більше півмільйона чоловік. Підприємства ГМК забезпечують робочі місця в найбільш густонаселених регіонах країни. Ресурсний потенціал гірничо-металургійного комплексу України визначається наявними покладами залізної (четверте місце у світі) і марганцевої руд, вугілля, вапняків, тобто основних сировинних матеріалів для виробництва металу. Вітчизняна металургія в достатній мірі забезпечена електроенергією. По обсягах виробництва металургійна промисловість України займає сьоме місце у світі.

Потенціал металургійної промисловості України складається з виробничого(технічного і технологічного), ресурсного, фінансового, інвестиційного, трудового, соціального, кадрового, інтелектуального, наукового, управлінського потенціалів окремих підприємств галузі, а також потенціалу регіональної інфраструктури і держави в цілому. Загальний економічний потенціал вітчизняної металургії перевищує просту арифметичну суму потенціалів окремих підприємств завдяки їх взаємодії.

Трубна промисловість - один з важливих сегментів металургійного комплексу України: одночасний показник якості українського металопрокату. Трубна промисловість обслуговує усі провідні найважливіші галузі: паливно-енергетичний комплекс, машинобудування, будівельну індустрію, оборонну галузь і нафтогазовий комплекс.

За березень 2020 року головні українські організації, що спеціалізуються на литві труб з чорних металів, урізали обсяги випуску продукції на 5,3% рік до

року. Так «Інтерфакс-Україна» повідомив відомості про те, що до середини року було вироблено 965 000 тон, в тому числі в третьому місяці - близько 76 000 тон даної продукції.

Крім цього варто згадати про те, що компанії є учасниками об'єднання «Укртрубопром» за лютий зменшили обсяг випуску металевих труб на 7,2%, а це близько 680 000 тон, в тому числі в лютому цього ж року було вироблено 55 тис. тонн. Виходячи зі статистики видно, що тільки до кінця періоду був уповільнений спад на трубних підприємствах.

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Галузь промисловості

Якщо розглядати стан галузі у 2021 р. більш детально, то необхідно навести зведення по найбільшим представникам металопрокату, серед яких:

- «Інтерпайп-НТЗ» - обсяги виробництва в зазначений проміжок часу впали на 17,4% (це приблизно до 211 тис. тонн (у березні - 19,2 тис. тонн)).
- «Інтерпайп НМТЗ» - на 4,9% (це становить до 98,4 тис.тонн (5,8 тис. тонн у 2 місяці)).
- «Інтерпайп Ніко Тюб» зменшив оборот потужностей на 2%, тобто на 331 тис. тонн (за лютий на 27,3 тис.тонн).
- компанія «Трубосталь» урізала виготовлення продукції на 3,8% (це 2,2 тис.тонн труб).

У той же час завод Дніпра «Інтерпайп» збільшив випуск товарів на 18,4% (17,4 тис.тонн), а «Сентравіс» - на 6,6% (до 19,4 тис. тонн).

ММК ім. Ілліча не входить в об'єднання, однак належить до переліку найбільших українських представників індустрії. Завод за цей період збільшив обсяги на 14,4% - до 149 тис. тон. «Комінмет» в цей же час знизив показники на 12,9% - до 136,3 тис.тонн.

1.2 Технологічний процес

«Інтерпайп НМТЗ» - один з найбільших в Україні виробників сталевих електрозварювальних труб, виготовлених методом дугового зварювання під шаром флюсу, труб, зварених методом індукційного зварювання струмами високої частоти для магістральних газонафтопроводів, а також труб загального призначення для застосування в інших промислових галузях.

Продуктовий ряд:

- труби малого діаметру, розміром 21,3...114,3 мм з вуглецевих марок сталі;

- профільні труби, розміром 17x17-100x80 мм з вуглецевих марок сталі; труби середнього сортаменту, розміром 159...530 мм з вуглецевих і низьколегованих марок сталі;
- труби великого діаметру, розміром 1020 мм з вуглецевих і низьколегованих марок сталі.



Рисунок 1.1 – Продукція «Інтерпайп НМТЗ»

Виробничі потужності заводу включають в себе:

- стан «1020» з випуску труб діаметром 1020 (1016) мм з товщиною стінки 9-15 мм методом зварки під шаром флюсу;
- стан «159-529» з виробництва труб діаметром від 159 до 530 мм з товщиною стінки 4,5-10 мм методом високочастотного зварювання;
- стан «20-76» (4 стана) виробництво вуглецевих труб діаметром від 20 до 114 мм з товщиною стінки 2...4 мм, а також профільних труб розміром від 17x17 до 100x80 мм з товщиною стінки 2..4 мм.

1.2.1 Узагальнена технологія виготовлення труб

Для прикладу, розглянемо основні моменти технологічного регламенту виробництва прямо-шовних труб електрозварювань з вуглецевих марок сталі діаметром від 159 до 530 мм методом високочастотного зварювання. На рис. 1.2 представлена технологічна послідовність виготовлення труб.

Вхідний контроль геометричних параметрів і якості поверхні рулонного

металопрокату здійснюється на складі рулонів, хімічного складу і механічних властивостей металопрокату - в спеціалізованому випробувальному підрозділі перед завданням у виробництво.

Рулон подається в лінію стану за допомогою розмотувача. Смуга проходить правку в листопрямильній машині, потім кінці смуги обрізаються на ножицях гільйотині і зварюються «в стик» в стикозварювальній машині у безперервну смугу. Грат, що утворилися при зварюванні, віддаляються різцевим гратознімачем. Контроль режимів зварювання здійснюється по приладах на пульті керування стикозварювальною машиною. Для забезпечення безперервності процесу зварювання труб при зупинці на стикуванні рулонів в лінії стану передбачений накопичувач стрічки із загальним запасом смуги 150 м.

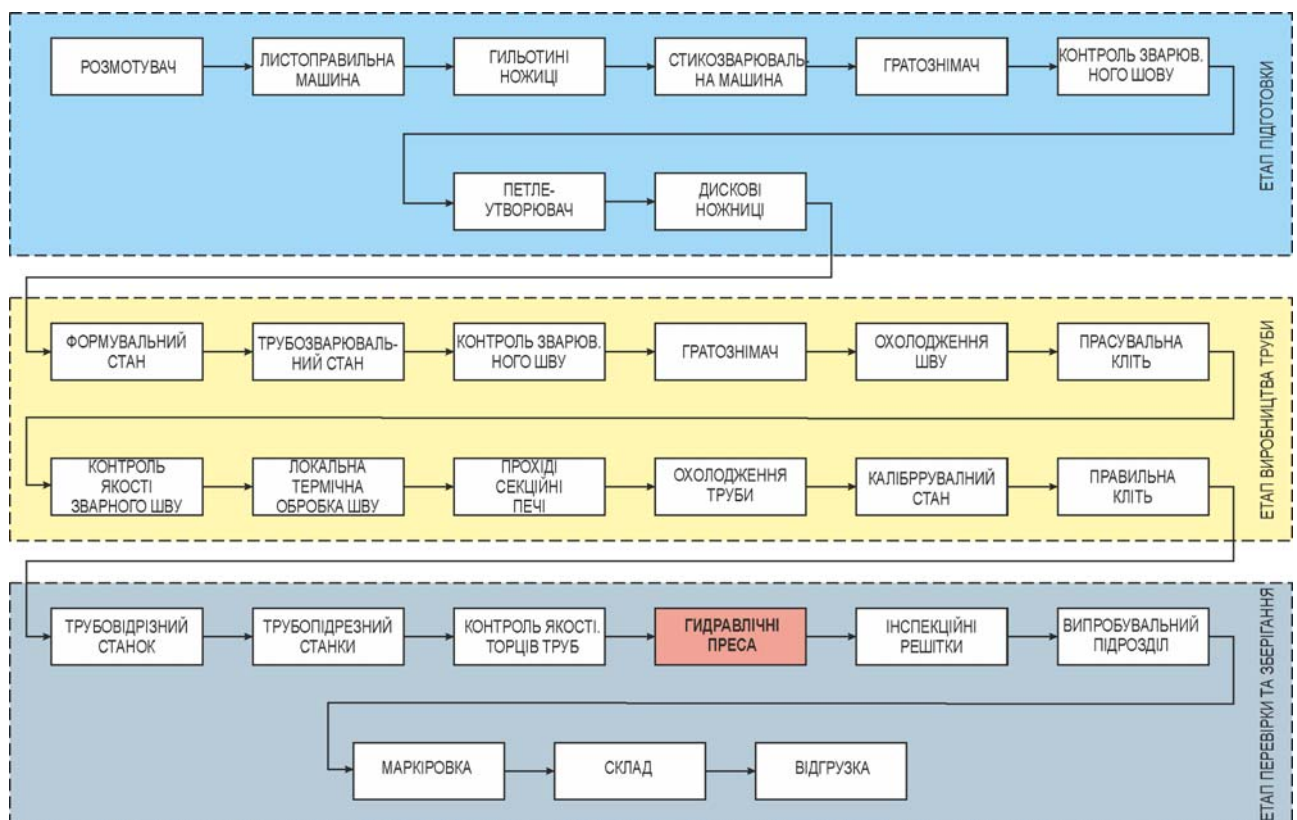


Рисунок 1.2 – Технологічна послідовність виготовлення труб

Необхідна ширина смуги для отримання точного діаметру труби виходить шляхом обрізання кромки на дискових ножицях. Формування безперервної смуги в трубну заготовку робиться у формувальному стані, що складається з 10 горизонтальних (7 - з відкритим калібром і 3 - із закритим калібром) і

10 вертикальних клітей. Схемою контролю технологічних параметрів передбачений контроль налаштування формувального стану.

Зварювання подовжнього шва робляться в трубозварювальному стані, де за допомогою внутрішнього і зовнішнього індукторів до кромки трубно заготовлі підводиться струм високої частоти (10 кГц), а розігріті до зварювальної температури кромки стискаються зварювальним валянням. Контроль режимів зварювання здійснюється по приладах на пульті керування трубозварювальним станом і установкою автоматичного контролю параметрів зварювання, розробленою Інститутом електрозварювання ім. Е.О. Патона.

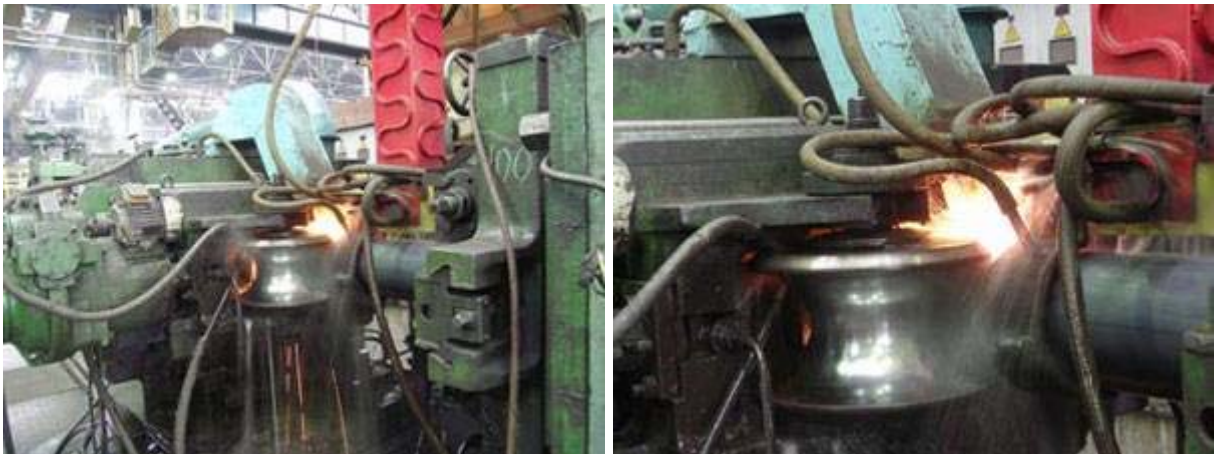


Рисунок 1.3 – Трубозварювальне устаткування для подовжнього шва

Внутрішній і зовнішній грат, що утворюються при цьому, віддаляються різцевими гратознімачами.

Після охолодження шва труба поступає в прасувальну кліть.

Після прасувальної кліті на ультразвуковій установці робиться контроль якості зварного шва. Контроль робиться безперервно, автоматично, контролю піддається 100% зварного шва. Налаштування установки здійснюється за допомогою еталонного зразка не менше одного разу в робочу зміну. Еталонні зразки мають такий же діаметр і товщину, як і продукція.

Після неруйнівного контролю труба поступає в установку локальної термічної обробки зварного шва. Контроль температури термічної обробки зварного шва здійснюється автоматично з реєстрацією на діаграмі.

На вимогу споживача труби можуть бути піддані термообробці за усім

обсягом в прохідних секційних печах.

Після охолодження труба поступає в 6-ти клітєвий калібрувальний стан і потім в правильну кліть.

Ділення безперервної труби на мірні довжини робиться на трубовідрізнєму верстаті.

Торцювання кінців труб і зняття фаски робляться на трубопідрєзних верстатах.

Контроль якості обробки торців труб постійно здійснюють різьбярї труб, періодично - майстри ділянки.

Гідравлічні випробування труб здійснюються на гідравлічних пресах з витримкою під тиском, протягом певного часу. Величина випробувального тиску і час витримки контролюється по приладах, встановлєних на гідропресі, і фіксується на діаграмі локальних засобів автоматизації.

Труба вважається такою, що витримала гідравлічні випробування, якщо не буде візуально виявлено течї і пластичної деформації, що виводить діаметр труби за межї допустимих відхилєнь і відмітку, що має, про проходження гідро-випробувань.

Приймання труб працівниками відділу технічного контролю робиться на інспекційних ґратах.

Здавальний контроль механічних властивостей труб робиться в спеціалізованому випробувальному підрозділі.

Придатні труби маркуються уздовж тієї, що утворює на відстані до 1 500 мм від торця труби. Початок і кінець маркування відзначаються фарбою. Маркування містить: розмір, марку сталі, номер партії труб, клеймо технічного контролю, рік виготовлення, товарний знак підприємства-виробника.

Марковані і прийняті відділом технічного контролю труби передаються на склад, де складуються в осередки спеціально обладнаних штабелїв. Кожному штабелю в осередку присвоєний номер, який нанесений на стійці опори. Укладання труб в осередки робиться електромостовими кранами, оснащєними електромагнітними шайбами. У одному осередку складуються труби одного розміру, марки сталі і призначення.

Відвантаження труб робиться за наявності і відповідно до розпорядження на відвантаження, видане виробничим відділом. На відвантажуванні труби відділом технічного контролю видається сертифікат якості.

1.3 Об'єкт управління

1.3.1 Загальна характеристика об'єкта керування

Відповідно до практики, поширеної в більшості країн світу, всі труби перед їх експлуатацією проходять випробування гідростатичним тиском (гідровипробування).

Така перевірка, яка є одним способом з неруйнівного контролю, яка необхідна для оцінки міцності труб і їх щільності, як і будь-якого обладнання, яке працює під тиском.



Рисунок 1.4 – Технологічне обладнання випробування труб гідростатичним тиском

Стенди для гідровипробувань труб використовуються на заводах, що виготовляють зварні труби по ГОСТ 10705 - 80 і ГОСТ 10706 - 76.

Згідно з цими ГОСТами, для труби діаметром до 102 мм - випробувальний тиск 6,0 МПа (60 кгс/см), для труби діаметром 102 мм і більше - випробувальний тиск 3,0 МПа (30 кгс/см). Якщо труба витримала тиск, то вона вважається відповідної ГОСТ.

1.3.2 Об'єкт автоматизації

Гідравлічний випробувальний стенд - це комплексна система оцінки, тестування, контролю різноманітних об'єктів, які в процесі експлуатації піддаються дії тиску. Гідравлічне обладнання, трубопровідна арматура функціонують у важких умовах, виконують складні технологічні завдання і тому до них пред'являються особливі вимоги.



Рисунок 1.5 – Стенд для гідравлічних випробувань труб діаметром 89...219 мм

Стенд «МетТерра» СГИТ 01-89-219 - призначений для випробування труб різного діаметру 89...219 мм на міцність і щільність виробів перед поставкою.

Випробування проводиться при заповненні виробі водою і підвищення тиску (при цьому поступове зниження тиску - до робочого) з метою виявлення течі через тріщини і нещільності з'єднань труби. Підтискний фланець виконаний з вакуумної гуми, що призначена на умови експлуатації масла, пилу, повітря, вода межею міцності 350 Н/см².

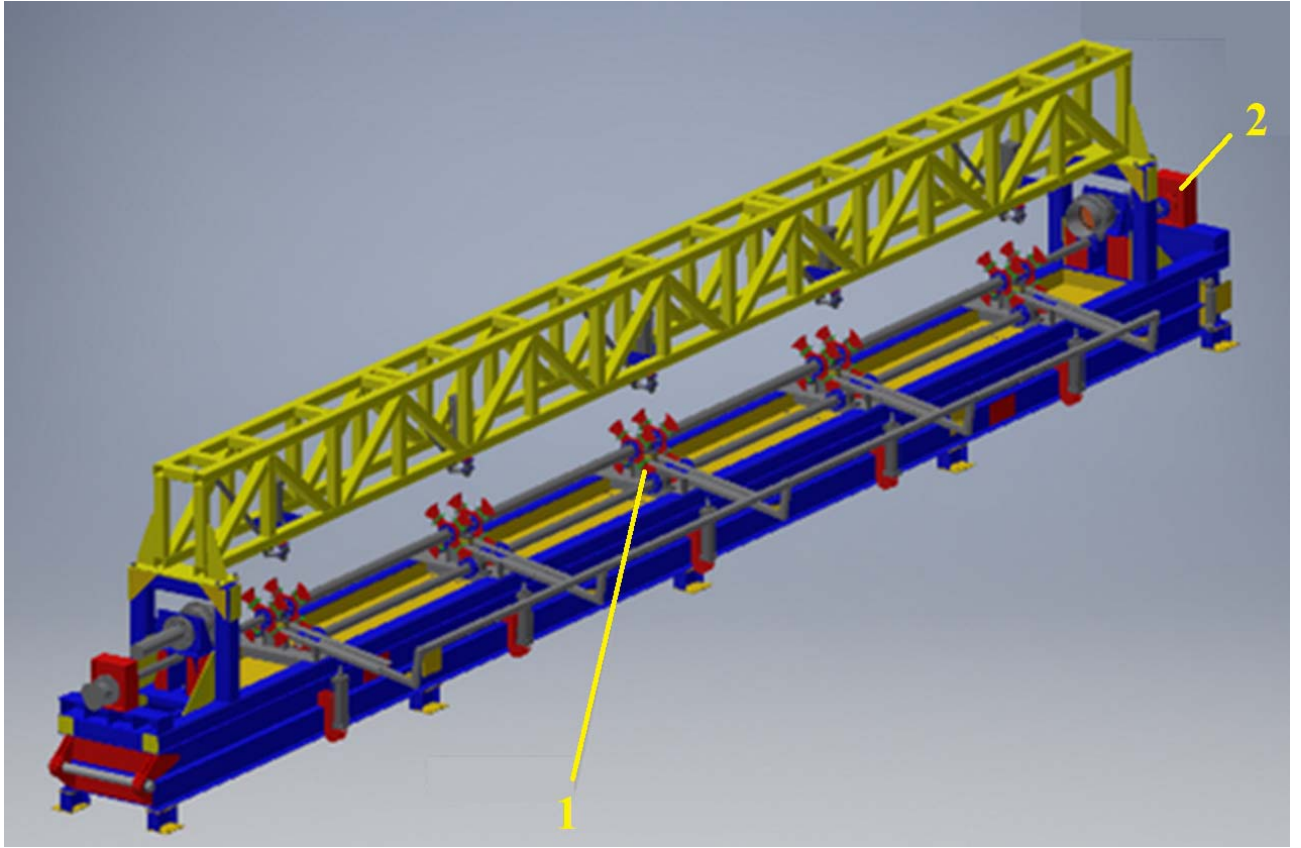


Рисунок 1.6 – Загальний вид станда MetTerra СГИТ 01-89-219

1 – револьвер;

2 - мотор редуктор

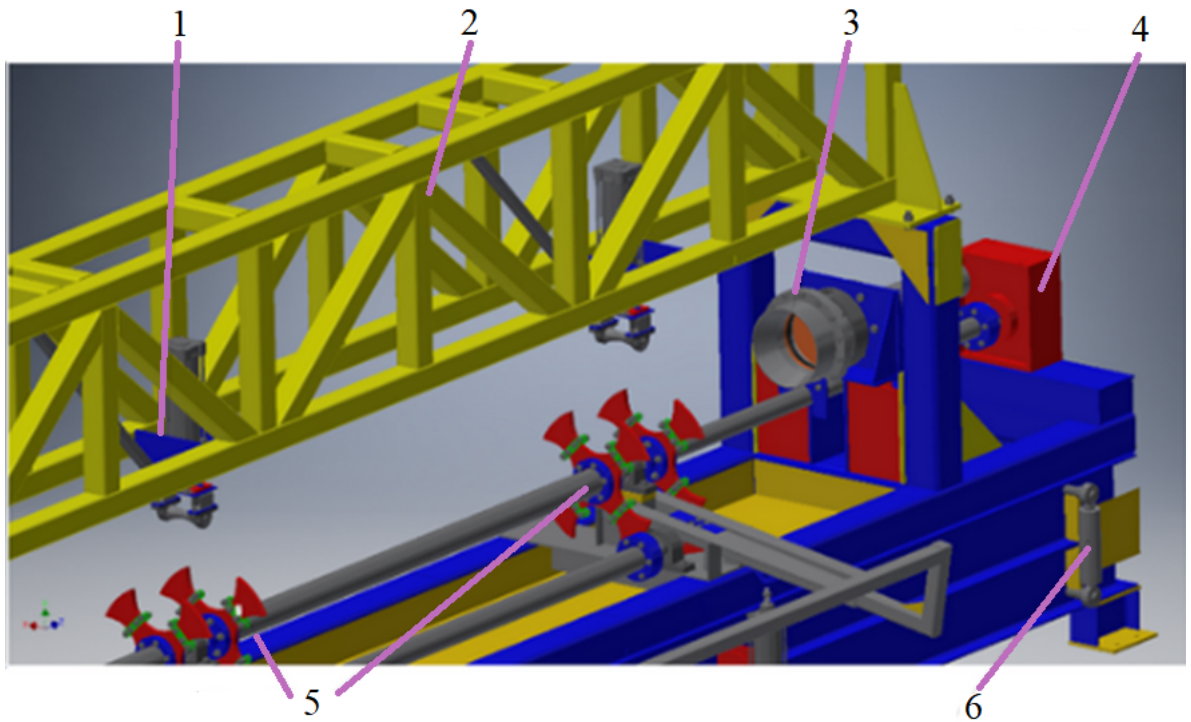


Рисунок 1.6 – Основні компоненти електромеханічної частини станда MetTerra

СГИТ 01-89-219

1 - пневматичні притиски;
4 - мотор редуктор;

2 – траверси;
5 – револьвер;

3 - гільза – манжета;
6 - гідроциліндр підйому

Готова труба з прокатного стану фіксується на стенді пневматичними затисками і герметизується гільзами-манжетами.

Спочатку насос низького тиску наповнює трубу емульсією, потім насос високого тиску доводить тиск до випробувального. Витримується пауза 10 с і робиться скидання тиску.

Пневматичні затиски звільняють трубу і револьвер скидає трубу на конвеєр.

Відпрацьована емульсія зливається в приймальний бак, в якому важкі частинки (окалина, стружки і так далі) осідають і очищена емульсія зливається в насосну станцію для подальшої роботи.

Труба, що пройшла випробування, вирушає або на склад готової продукції, або на ремонтну ділянку і після ремонту знову випробовується.

Прес для гідровипробувань, тестування труб на герметичність і міцність проводиться на спеціалізованих пресах для випробувань. Проведення опресовування важливе для будь-якої системи, у якій працює рідинне середовище.

1.4 Функціонування системи управління

Система управління стендом MetТerra СГИТ 01-89-219 призначена для забезпечення автоматизованого проведення випробувань труб внутрішнім гідравлічним тиском.

На заводі в цеху №2 намічена технічна модернізація гідропресу, призначена для випробування труб, яка спільно з підсистемою керування, що розробляється, підвищить робочий тиск випробування труб з 20 до 47 МПа, при забезпеченні заданої точності тиску в процесі гідро - випробування. Підвищений тиск гідровипробувань необхідний для випробування труб на «ударні» та «аварійні» режими перевантаження, та для випробування труб підвищеної товщини стінки.

А також заміна системи управління електроприводу револьверу подачі і скидання труби на конвеєр, яка побудована за релейним принципом роботи і не

відповідає вимогам точного позиціонування труби перед затискачами. Що вимагає додаткового втручання оператора в процес позиціонування.

Таблиця 1.1 – Технічних характеристик гідравлічного стенду MetTerra СГИТ 01-89-219

Параметр	Значення
Заповнювання водою	
Місткість бака, л	760
Номінальна потужність електродвигуна заповнювання водою, кВт	2
Номінальна обороти електродвигуна заповнювання водою, об./хв	3 000
Максимальне подання води, л/мін	120
Випробувальний тиск	
Діапазон зміни тиску в порожнині труби, МПа	
Стабільність підтримки випробувального тиску, МПа	3...10
Максимальне подання масла, л/мін	10
Тонкість підтримки масла на вході перетворювача тиску, мкм	± 1
Номінальна потужність електродвигуна гідравлічної частини, кВт	15
Номінальна обороти електродвигуна гідравлічної частини, об./хв	1 210
Подача труби на стенд	
Номінальна потужність електродвигуна револьвера, кВт	6,5
Номінальна обороти електродвигуна револьвера, об./хв	3 000
Додаткові системи	
Додаткова система очищення масла: тонкість фільтрації, мкм, продуктивність допоміжного насоса, л/мін	32, 50
Тонкість фільтрації води на вході перетворювача тиску, мкм	25
Параметри труб	
Довжина труби, м	6; 12
Діаметри труб, мм	89...219

Застосування підсистеми керування гідро - випробуванням підвищить надійність вузлів стенду і безпека роботи для обслуговуючого персоналу.

1.4.2 Аналіз процесу керування

Система управління в автоматичному режимі роботи забезпечити виконання наступних функцій:

- затиск і розтиск труби;
- підтиск ущільнень труби в передній і задній голівках;
- заповнювання водою;
- керування випуском повітря через задню голівку;
- створення необхідного робочого тиску у випробовуваній трубі.

Стенд MetТerra СГИТ 01-89-219 дозволяє випробовувати труби з діаметром 89...219 мм.

В процесі випробувань труби заздалегідь заповнюються технічною водою за допомогою відцентрового насоса.

Далі налаштування необхідного тиску опресовування здійснюється регулюванням тиску масла на вході в гідравлічному мультиплікаторі «масло-вода».

Масляна система регулювання містить насосну установку з регульованим насосом, гідропанель з клапанами.

Завдання послідовності режиму тиску, залив і злив емульсії, подачі і видалення труби здійснюється системою управління, встановленому на посту керування стендом.

Як правило автоматизована система управління технологічним процесом представляє собою ієрархічну структуру, що включає в себе рівень операторського управління, рівень автоматичного управління та польовий рівень.

На польовому рівні знаходяться пристрої, що встановлюються безпосередньо на технологічних об'єктах та поблизу від них: датчики, виконавчі пристрої, спеціалізовані контролери, сервоперетворювачі, системи віддаленого вводу-виводу, частотні перетворювачі. Основними завданнями, які розв'язуються на даному рівні, є: вимірювання технологічних параметрів процесу та вироблення керуючих впливів.

На рівні автоматичного управління знаходяться пристрої управління та сигналізації, які розміщуються в шафах управління: програмовані логічні контролери, системи віддаленого вводу-виводу, пульти управління. Пульти управління можуть бути реалізовані за допомогою кнопок, перемикачів та світлосигнальної арматури; панелей операторів; комп'ютерів або терміналів зі спеціалізованим програмним забезпеченням, що реалізує людино-машинний інтерфейс. Основними завданнями, які розв'язуються на даному рівні, є: обробка даних, що надходять з польового рівня, формування значень керуючих впливів та передача їх на польовий рівень, сигналізація про вихід значень параметрів

технологічного процесу за задані межі, блокування помилкових дій персоналу та управляючих пристроїв, реалізація протиаварійного захисту при виникненні нештатних ситуацій.

На рівні операторського управління знаходяться пристрої збору та зберігання інформації та пристрої візуалізації технологічних процесів: сервера SCADA систем, сервера баз даних, автоматизовані робочі місця. Основними завданнями, які розв'язуються на даному рівні, є: збір інформації, що надходить з рівня автоматичного управління, її обробка, зберігання та архівування, формування звітів, передача інформації EMS системі, обчислення параметрів які не можуть бути вимірювані, діагностика та захист від збоїв, налаштування управляючих пристроїв.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition System – Диспетчерське управління та збір даних) система являє собою програмне забезпечення призначене для забезпечення роботи в реальному часі систем збору, обробки, відображення та архівування інформації про об'єкт контролю або процеси управління. Сервера SCADA системи вирішують завдання збору, резервування, архівування та надання інформації, а автоматизовані робочі місця операторів вирішують завдання візуалізації технологічного процесу за допомогою НМІ (Human Machine Interface - Людино-машинного інтерфейсу), формування сигналів тривоги, запису інформації про нештатні ситуації, формування звітів, організації управління за технологічними картами.

Таким чином сучасна система управління базується на використанні у якості пристроїв управління програмованих логічних контролерів. Які отримують інформацію від датчиків формують за заданим алгоритмам сигнали управління які за допомогою виконавчих пристроїв формують керуючі впливи. Зміна параметрів системи управління та візуалізація процесу виконується за допомогою SCADA систем які встановлюються на серверах та автоматизованих робочих місцях операторів. SCADA системи виконують збір, обробку візуалізацію та зберігання інформації отриманої від програмованих логічних контролерів та операторських пультів.

1.4.3 Формулювання задачі керування

Так як виникла потреба в технічній модернізації гідропресу, призначеного для випробування труб, то в кваліфікаційній роботі будуть розглянуті питання по заміні релейної системи управління електроприводом револьверу подачі і скидання труби на конвеєр, так як ця система вимагає додаткового втручання оператора в процес позиціювання, на сучасну автоматичну систему управління, позбавлену цього недоліка.

Проектована система дослідження призначена для збору інформації про об'єкт управління. Основними функціями системи є формування або реєстрування керуючого впливу який подається на об'єкт управління, реєстрування дійсного значення на виході об'єкта, візуалізація отриманих даних та їх надання у зручному для подальшої обробки виді.

Згідно з завданням та розробленим апаратним забезпеченням підсистеми до контуру управління револьвером подачі і скидання труб, в якості котрого виступає його електромеханічна частина, датчик швидкості обертів електродвигуна револьверу, датчик точного позиціювання труби перед гідрозатискачем, датчик наявності труби та скинутої труби, пристрій управління, в якості котрого виступає програмований логічний контролер та електропривід револьверу.

Візуалізація процесу управління відбувається за допомогою персонального комп'ютера з SCADA системою.

1.5 Висновки по розділу

Кваліфікаційна робота присвячена актуальній задачі удосконалення автоматизованої системи управління стендом «МетТерра» СГИТ 01-89-219, який призначений для випробування, виготовлених на металопрокатному стані зварних труб діаметром 89...219 мм на міцність і щільність.

Система автоматичного управління револьвером подачі і скидання труб повинна забезпечити подачу, точне позиціювання скидання труби у циклі гідровипробування труб.

Взаємодія з пристроєм управління виконується через SCADA систему яка збирає інформацію та дозволяє змінювати параметри роботи системи. Отримана інформація обробляється та передається до бази даних для зберігання. SCADA система також може отримувати данні з бази даних.

Отримана інформація та дані відображаються SCADA системою за допомогою автоматизованих робочих місць для відповідних операторів процесу. Оператор процесу може змінювати еталони системи управління, що в свою чергу призводить до зміни параметрів роботи системи.

Для проведення дослідження об'єкта управління потрібні вихідні дані параметрів системи. Необхідно сформулювати вимоги до системи, скласти математичний опис окремих елементів системи, розробити математичну модель системи і досліджувати її різними методами для отримання найкращих параметрів, розробити апаратну частину і програмне забезпечення.

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Гідравлічний випробувальний стенд - це комплексна система оцінки, тестування, контролю різноманітних об'єктів, які в процесі експлуатації піддаються дії тиску. Гідравлічне обладнання, трубопровідна арматура функціонують у важких умовах, виконують складні технологічні завдання і тому до них пред'являються особливі вимоги.

2.1 Розробка структурної схеми системи управління

В якості об'єкту управління виступає стенд «MetТerra» СГИТ 01-89-219 - призначений для випробування труб різного діаметру 89...219 мм на міцність і щільність виробів перед поставкою.

Випробування проводиться при заповненні виробі водою і підвищення тиску (при цьому поступове зниження тиску - до робочого) з метою виявлення течі через тріщини і нещільності з'єднань труби.

Готова труба з прокатного стану фіксується на стенді пневматичними затисками і герметизується гільзами-манжетами.

Спочатку насос низького тиску наповнює трубу емульсією, потім насос високого тиску доводить тиск до випробувального, витримується певна пауза і робиться скидання тиску.

Пневматичні затиски звільняють трубу і револьвер скидає трубу на конвеєр.

Відпрацьована емульсія зливається в приймальний бак, в якому важкі частинки (окалина, стружки і так далі) осідають і очищена емульсія зливається в насосну станцію для подальшої роботи.

Труба, що пройшла випробування, вирушає або на склад готової продукції, або на ремонтну ділянку і після ремонту знову випробовується.

У кваліфікаційній роботі розглядаються питання по заміні релейної напівавтоматичної підсистеми управління електроприводом револьверу подачі і скидання труби на конвеєр, на сучасну автоматичну підсистему управління.

В табл. 2.1 наведені основні технічних характеристик револьверу подачі і скидання труб для стенду MetТerra СГИТ 01-89-219.

Таблиця 2.1 – Основні технічних характеристик револьверу стенду MetТerra СГИТ 01-89-219

Параметр	Значення
Номінальна потужність електродвигуна револьвера, кВт	6,5
Номінальна обороти електродвигуна револьвера, об./хв	3 000
Коефіцієнт редукції	1:35

Відповідно до вимог, підсистема управління взаємодіє з контрольним об'єктом, тому повинна забезпечувати підсистему для управління технологічним обладнанням (рис. 2.1).

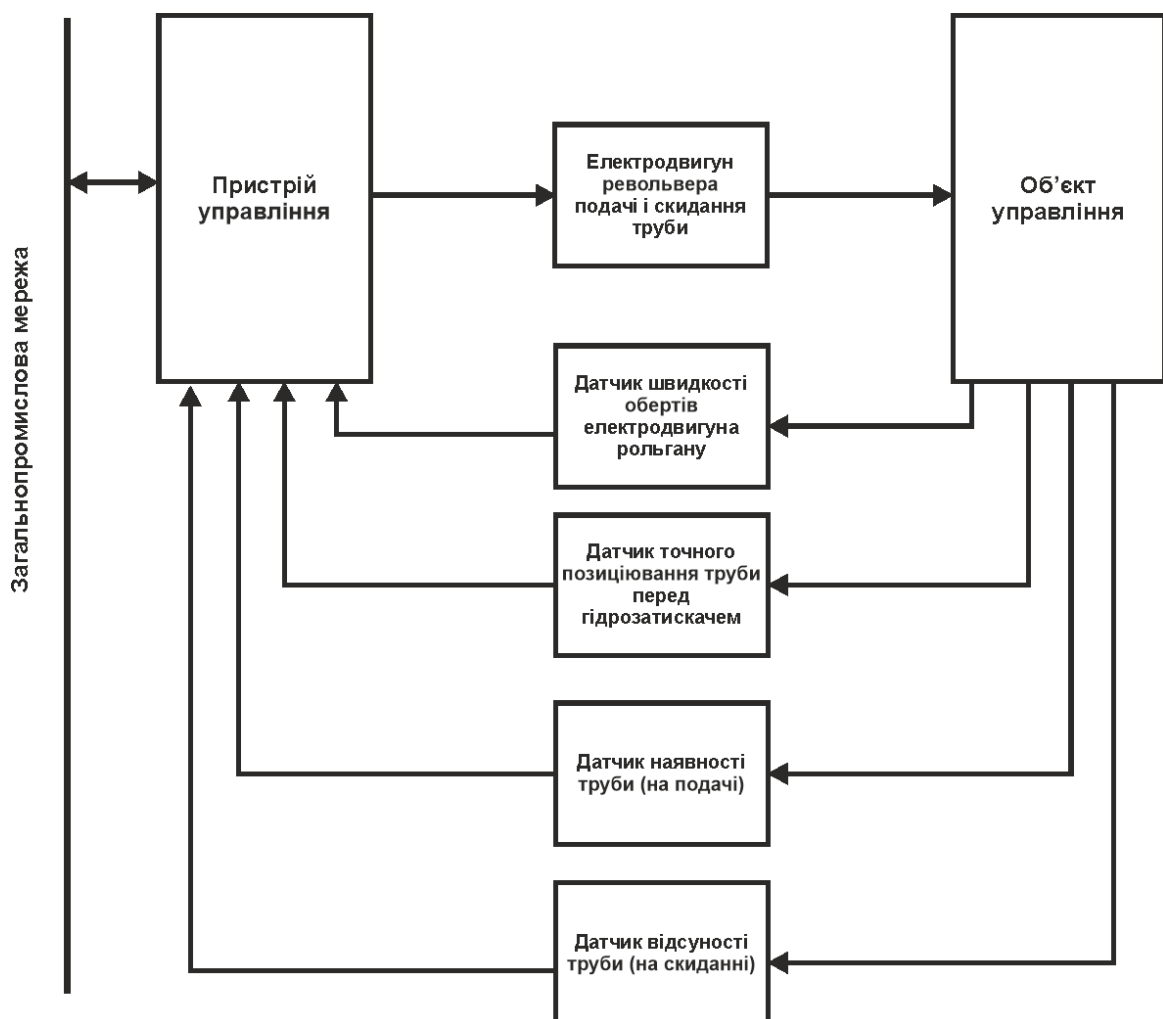


Рисунок 2.1 – Структурна схема підсистеми управління вентилятором

Згідно з завданням та розробленим апаратним забезпеченням підсистеми до контуру управління револьвера подачі і скидання труб, в якості котрого виступає його електромеханічна частина, датчик швидкості обертів електродвигуна револьвера, датчик точного позиціонування труби перед гідрозатискачем, датчик наявності труби та скинутої труби, пристрій управління, в якості котрого виступає програмований логічний контролер та електропривід револьвера.

Візуалізація процесу управління відбувається за допомогою персонального комп'ютера з SCADA системою.

2.2 Розробка структурної схеми інформаційних потоків

Крім того, система повинна забезпечувати візуалізацію і контроль роботи верстата, тому вона повинна включати підсистему інформаційної підтримки роботи оператора, таким чином, функціональна структура системи має вигляд, наданий рис. 2.2



Рисунок 2.2 – Структурна схема інформаційних потоків

Ця підсистема включає в себе процес реєстрації, людино-машинного інтерфейсу і сигналізації для досягнення параметрів управління встановлених значень. Дані система також повинні бути архівовані, тому треба повинна мати підсистему для зберігання архівів параметрів і подій, у тому числі бази даних і резервного зберігання.

Ця система структура гарантує, що інформація управляється, збирається, записується, візуалізується, зберігається у базі даних і забезпечується резервне копіювання. Крім того, обладнання контролюється і сигналізується при досягненні параметрів контролю за вказаними значеннями.

2.3 Вибір апаратного забезпечення системи управління

Відповідно до вимог, система управління взаємодіє з об'єктом керування, тому повинна мати підсистему управління технологічним обладнанням. Ця підсистема включає в себе наступні компоненти:

- інформаційні пристрої (датчики);
- технологічні карти роботи і умови експлуатації обладнання (технологічні режими);
- апаратуру контролю стану обладнання;
- програму управління;
- аварійний захист;
- ручний блок управління;
- виконавчі органи (електроприводи).

2.3.1 Вибір датчиків

У якості датчик точного позиціонування труби обрано індуктивний датчик наближення LJ12A3-2-Z-BX NPN NO, який має відстань спрацювання 2 мм (рис. 2.3).

Технічні характеристики датчика наведені в табл. 2.2.



Рисунок 2.1 – Індуктивний датчик наближення LJ12A3-2-Z-BX NPN NO

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики датчик LJ12A3-2-Z-BX NPN NO

Найменування параметра	Значення
Тип	індуктивний
Матеріал	Сталь
Різьба	M12
Відстань спрацювання, мм	2
Вихід	NO
Максимальна частота, кГц	400
Напруга живлення, В	6÷30
Споживана потужність, Вт	1,8 Вт
Ступінь захисту	IP67

Швидкість обертів електродвигуна револьверу подачі та скидання труби будемо вимірювати енкодером E40H 012 2000 2 N 24 з 2 000 імпульсами на обороті і напругою живлення 24 В (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Енкодер E40H-012-2000-2-N-24

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики E40H-012-2000-2-N-24

№	Найменування параметру	Значення
1	Тип з'єднання	Прохідний отвір
2	Діаметр отвору, мм	12
3	Дозвіл, імп / об	2000
4	вихідні фази	A, B
5	Тип виходу	NPN
6	Напруга живлення, В	12 ÷ 24

Для виявлення труби револьвері подачі та скидання будемо використовувати ультразвуковий датчик відстані URM08-RS485 (рис. 2.5). Технічні характеристики датчика наведені в табл. 2.4. Датчик призначено для безконтактного виявлення, має аналоговий або релейний вихід, вузький кут випромінювання, діапазон вимірювання 35...550 мм, регульовану відстань виявлення, регульовані параметри обробки сигналів, вихід для оповіщення помилки.



Рисунок 2.5 – Ультразвуковий датчик відстані URM08-RS485

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики датчика URM08-RS485

Найменування параметра	Значення
Тип	ультразвуковий
Матеріал	Метал
Різьба	M12
Діапазон роботи – вимірювання, або спрацювання, мм	Настроювання 35...550
Вихід	RS-485
Частота, кГц	40
Напруга живлення, В	10÷30
Споживана потужність, Вт	1,5 Вт
Ступінь захисту	IP67

Згідно з вимогами на треба два таких безконтактних датчика наявності труби з відстанню спрацювання 200...400 мм.

2.3.2 Вибір виконавчих пристроїв

Для револьверу подачі і скидання труби використовується асинхронний трьох фазний електропривод АИР–160S8/4/2 з потужністю 6,5 кВт, 3 000 об/хв., та редуктором з коефіцієнтом редукції 1:35. Згідно з завданням система управління повинна реалізовувати плавний розгін та гальмування, то управління електроприводом повинно бути безперервно. Виходячи з вимог для управління електроприводом обрано трьох фазний частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21 потужністю 11,0 кВт з аналоговим входом 4÷20 мА (рис. 2.6).

Технічні характеристики частотного перетворювача наведені в табл. 2.4.



Рисунок 2.6 – Частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики частотного перетворювача Delta VFD110CP4EA-21

Найменування параметра	Значення
Тип	Скалярний
Напруга живлення, В	~320÷~550
Потужність, кВт	11,0
Діапазон частот, Гц	0÷240
Діапазон аналогового сигналу управління, мА	4÷20
Ступінь захисту	IP20

2.3.3 Вибір пристрою керування

Відповідно вимогам до системи управління револьвером подачі і скидання труби в якості пристрою управління повинен використовуватися програмований логічний контролер компанії VIPA. Цикл роботи контролера повинен бути не

більше 100 мс, для забезпечення реакції на змінення положення чи кату повороту буксиру. Крім того, контролер повинен мати не менш 1 КБайт вільної робочої пам'яті для реалізації програми управління.

Так як система повинна бути підключена до пульта оператора в якості котрого виступає персональний комп'ютер, при цьому важливо, щоб провідників було найменше контролер повинен мати інтерфейс RS-485.

Даним вимогам відповідає програмований логічний контролер VIPA 214-2BS33. Контролер має час арифметичної операції над речовим числом 40 мкс, об'єм пам'яті програм 144 КБайт, об'єм робочої пам'яті 96 КБайт та інтерфейс RS-485 (рис. 2.8). Технічні характеристики контролеру наведені в табл. 2.6.



Рисунок 2.7 – Програмований логічний контролер 214-2BS33

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики програмованого логічного контролеру 214-2BS33

Найменування параметра	Значення
Тип	CPU 214SER
Пам'ять, КБайт	144
Робоча пам'ять, КБайт	96
Максимальна кількість модулів, штук	32
Час виконання команди над бітом, мкс	0,18
Час виконання команди над байтом, мкс	0,78
Час виконання команди над словом, мкс	1,8
Час виконання команди над двійним словом, мкс	40,0
RS-485 інтерфейс	Присутній
Напруга живлення, В	24
Споживана потужність, Вт	5

Датчик точного позиціювання труди - індуктивний датчик наближення LJ12A3-2-Z-BX NPN NO з дискретним виходом підключено до модулю дискретного вводу VIPA 221-1BF00 який має вісім дискретних входів (рис. 2.8). Технічні характеристики модуля наведені в табл. 2.7.



Рисунок 2.8 – Модуль дискретного вводу 221-1BF00

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики модуля дискретного вводу 221-1BF40

Найменування параметра	Значення
Тип	SM 221
Кількість каналів	8
Тип каналу	Дискретний
Діапазон вхідного сигналу, В	0÷24
Довжина екранованого провідника, м	600
Споживана потужність, Вт	2

Схема підключення датчиків наявності до модуля дискретного вводу наведена на рис. 2.9.

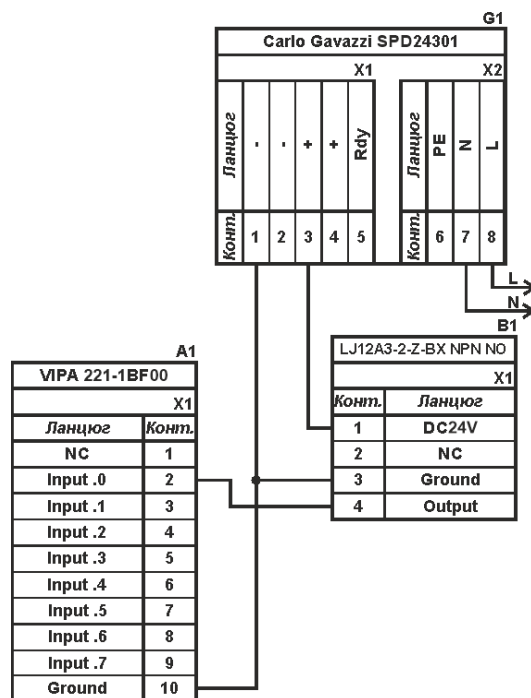


Рисунок 2.9 – Схема підключення датчиків наявності

Датчики переміщення і поворотів револьверу скидання і подачі труби - трьох каналний енкодер. Для його підключення обрано функціональний модуль лічильника VIPA 250-1BA00 (рис. 2.10). Технічні характеристики модулю наведені в табл. 2.8.



Рисунок 2.10 – Функціональний модуль 250-1BS00

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики функціонального модуля 250-1BS00

Найменування параметра	Значення
Тип	FM 250S
Кількість каналів	2/4
Розрядність лічильника, біт	32/16
Довжина екранованого провідника, м	600
Споживана потужність, Вт	2.5

Схема підключення датчика до функціонального модуля VIPA 250-1BS00 наведена на рис. 2.11.

Згідно з технічною документацією модуль має два або чотири лічильні канали. В якості лічильників будуть використовуватися 32 бітні регістри тому у цьому режимі він має два канали. До входів модуля підключені виходи енкодера А, В та Z, що забезпечує отримання програмованим логічним контролером від лічильника кількості імпульсів енкодера, при цьому лічильник автоматично визначає напрям обертання енкодера.

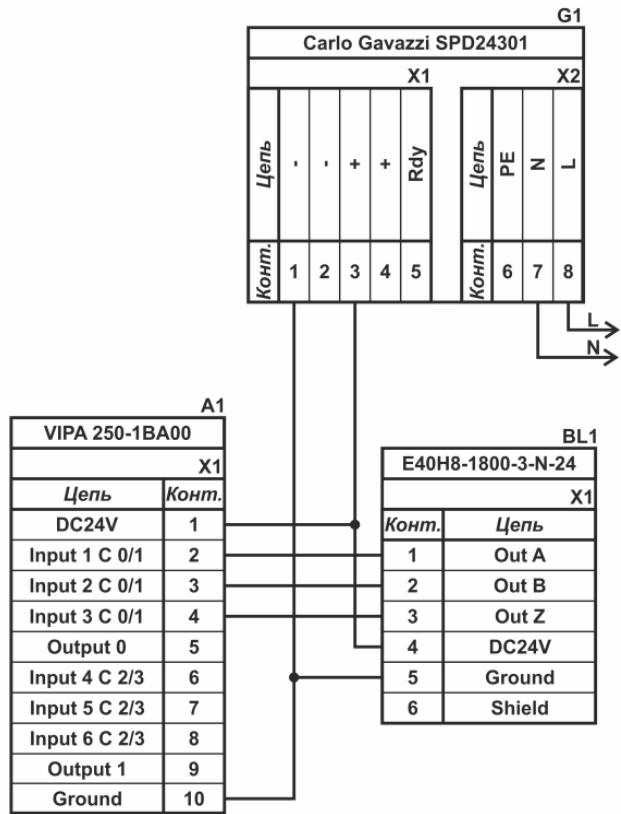


Рисунок 2.11 – Схема підключення датчика положення револьверу

Для підключення до програмованого логічного контролеру частотного перетворювача потрібен модуль аналогового виводу з діапазоном аналогового сигналу 4÷20 мА. Даним вимогам відповідає модуль VIPA 232-1BD40 який має чотири аналогових виходи 4÷20 мА (рис. 2.12). Технічні характеристики модулю наведені в табл. 2.10.



Рисунок 2.12 – Модуль аналогового виводу 232-1BD40

Таблиця 2.10 – Технічні характеристики модуля аналогового виводу 232-1BD40

Найменування параметра	Значення
Тип	SM 232, ECO
Кількість каналів	4
Тип каналу	аналоговий
Діапазон вхідного сигналу, мА	4÷20, -20÷+20
Довжина екранованого провідника, м	200
Споживана потужність, Вт	1,5

Схема підключення частотного перетворювача до модуля аналогового виводу наведена на рис. 2.14.

Для управління частотними перетворювачами також необхідно формувати дискретні сигнали включення і реверсу. Таким чином згідно з вимогами обрано модуль дискретного виводу VIPA 222-1BF00 який має 8 дискретних виходів з напругою +24 В (рис. 2.13). Технічні характеристики модулю дискретного виводу наведені в табл. 2.11.



Рисунок 2.13 – Модуль дискретного виводу 222-1BF00

Таблиця 2.11 – Технічні характеристики модуля дискретного виводу 222-1BF40

Найменування параметра	Значення
Тип	SM 222
Кількість каналів	8
Тип каналу	Дискретний
Діапазон вихідного сигналу, В	0÷24
Максимальний струм вихідного сигналу, А	1
Довжина екранованого провідника, м	600
Споживана потужність, Вт	2

Схема підключення частотного перетворювачів до модуля дискретного виводу наведена на рис. 2.14.

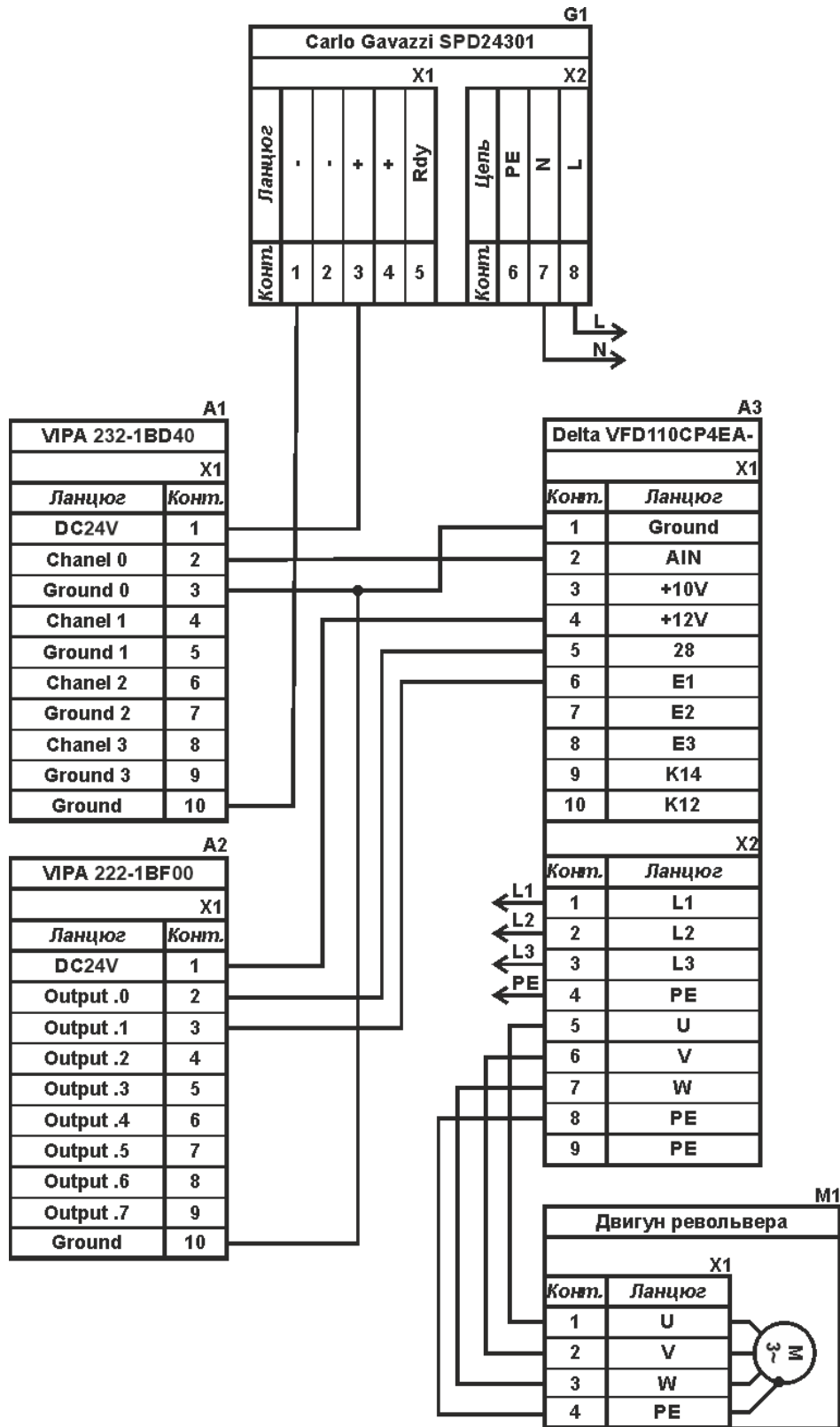


Рисунок 2.14 – Схема підключення частотного перетворювача

Для підключення частотного перетворювача використовуються два модулі. Модуль дискретного виводу використовується для управління включенням вимкненням електропривода, та зміни напрямку його обертання (можливу у випадку точного позиціювання). Модуль аналогового виводу використовується для завдання швидкості обертання електропривода. Частотний перетворювач має трифазне живлення.

Датчики наявності труби на подачі та скиданні револьвера – (ультразвуковий датчик відстані URM08-RS485) мають однаковий принцип дії, дискретні виходи та однакове підключення до вбудованого відповідного каналу у ПЛК.

Згідно з вимогами до підсистеми управління револьвером між пристроєм управління, в якості котрого виступає програмований логічний контролер, та пультом оператора, в якості якого виступає персональний комп'ютер, повинна бути організована мережа за допомогою інтерфейсу RS-485. Обраний програмований логічний контролер VIPA 214-2BS33 має інтерфейс RS-485. Схема підключення персонального комп'ютеру до програмованого логічного контролеру наведена на рис. 2.15.

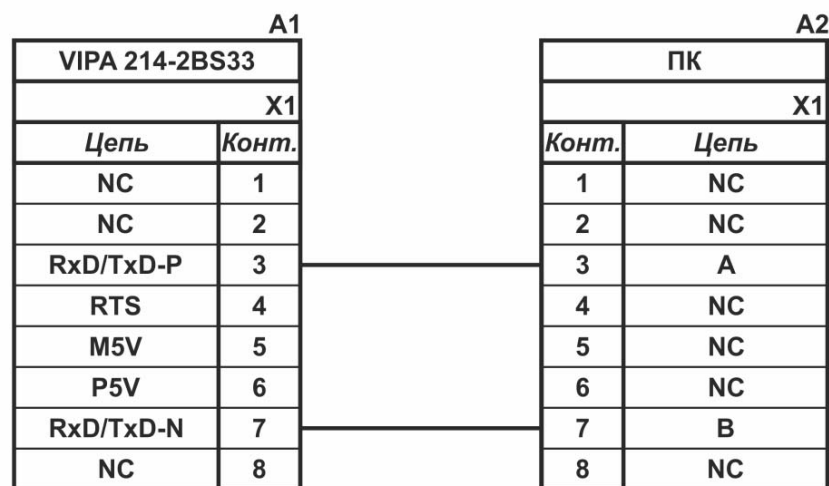


Рисунок 2.15 – Схема підключення по інтерфейсу RS-485

На підставі обраного програмованого логічного контролера та його модулів складена табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Пристрій управління та його модулі

Назва модуля	Пристрій	Напруга живлення	Потужність споживання
VIPA 214- 2BS33	Центральний процесорний модуль	24 В	5.0 Вт
	Датчик відстані URM08-RS485 - завантаження	24 В	1.5 Вт
	Датчик відстані URM08-RS485 - скидання	24 В	1.5 Вт
VIPA 221- 1BF00	Модуль дискретного вводу	24 В	2.0 Вт
	Датчик наближення LJ12A3-2-Z-BX NPN NO	24 В	1.8 Вт
VIPA 250- 1BS00	Функціональний модуль	24 В	2.5 Вт
	Датчик руху револьвера E40H8-1800-3-N-24	24 В	1.0 Вт
VIPA 232- 1BD40	Модуль аналогового виводу	24 В	1.5 Вт
	Частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21	~380 В	11.0 кВт
VIPA 222- 1BF00	Модуль дискретного виводу	24 В	2.0 Вт
	Частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21	~380 В	11.0 кВт

2.2.4 Вибір джерел живлення

Програмований логічний контролер та його модулі мають напругу живлення +24 В. Загальна споживана потужність програмованого логічного контролера та його модулів:

$$P = 5.00 + 2.00 + 2.50 + 1.50 + 2.00 = 13.00 \text{ Вт.} \quad (2.1)$$

Виходячи з цього у якості джерела живлення програмованого логічного контролера обрано блок живлення SPD24301 змінної напруги $\sim 85 \div \sim 264$ В, вихідною напругою +24 В та потужністю 30 Вт (рис. 2.16). Технічні характеристики блока живлення наведені в табл. 2.13.



Рисунок 2.16 – Блок живлення SPD24301

Таблиця 2.13 – Технічні характеристики блоку живлення SPD24301

Найменування параметра	Значення
Напруга живлення, В	~85÷~264
Вихідна напруга, В	24
Потужність, Вт	30
Максимальний вихідний струм, А	1,25

Схему підключення програмованого логічного контролера 214-2BS33 до блоку живлення SPD24301 наведено на рис. 2.17.

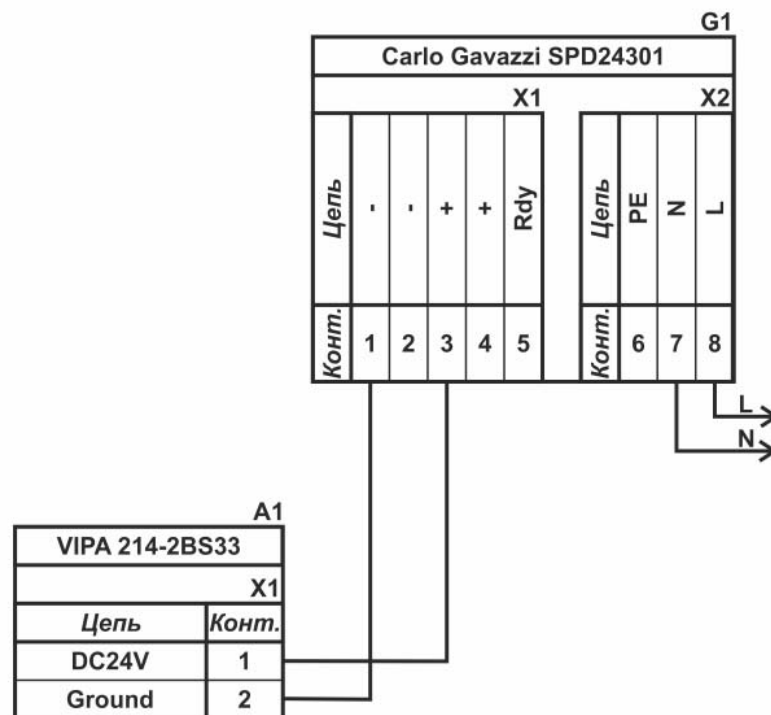


Рисунок 2.17 – Схема підключення програмованого логічного контролера до блоку живлення SPD24301

Усі датчики можуть житися від одного +24 В блока живлення. Їх сумарна споживана потужність:

$$P = 1.5 + 1.5 + 1.8 = 4.8 \text{ Вт.} \quad (2.2)$$

Виходячи з цього у якості джерела живлення датчиків обрано блок живлення SPD24301.

Модуль дискретного виводу та дискретні входи частотного перетворювача живляться від частотного перетворювача і тому не потребують наявності окремого блока живлення.

2.4 Розробка функціональної схеми автоматизації

На основі вимог до системи управління револьверу подачі та скидання труби та обраного апаратного забезпечення розроблена функціональна схема автоматизації, яка наведена на рис. 2.18.

У якості пристрою управління використовується програмований логічний контролер (UY 11 – VIPA 214-2BS33). Даний програмований логічний контролер підключено до пульта оператора (UYR 12) в якості котрого виступає персональний комп'ютер за допомогою інтерфейсу RS-485.

Наявність труби на револьверу подачі та скидання визначається за допомогою двох датчиків, які розміщені відповідно зі сторони подачі та скидання труби револьвером (GE 1-1, GE 2-1 – ультразвукового датчику відстані URM08-RS485) та їх перетворювачів (GT 1-2, GT 2-2).

Точне позиціонування труби револьвером на проти гідравлічного затискача визначається за допомогою відповідного індуктивного датчика (GE 3-1 – LJ12A3-2-Z-BX NPN NO) та його перетворювача (GT 3-2).

Швидкість обертів електродвигуна револьверу подачі та скидання труби визначається за допомогою датчика (GE 4-1 – енкодером E40H 012 2000 2 N 24 з 2 000) та його перетворювача (GT 4-2)

Контролер (UY 11) керує поворотом револьверу за допомогою частотного перетворювача (SE 5-1 – частотний перетворювач Delta VFD110CP4EA-21) та його перетворювача з аналоговим входом 4÷20 мА (SC 5-2), які забезпечують зміну швидкості обраного куту повертання - обертання електропривода (M1), напрямок повороту задається SC6-2 (дискретний модуль виводу контролеру).

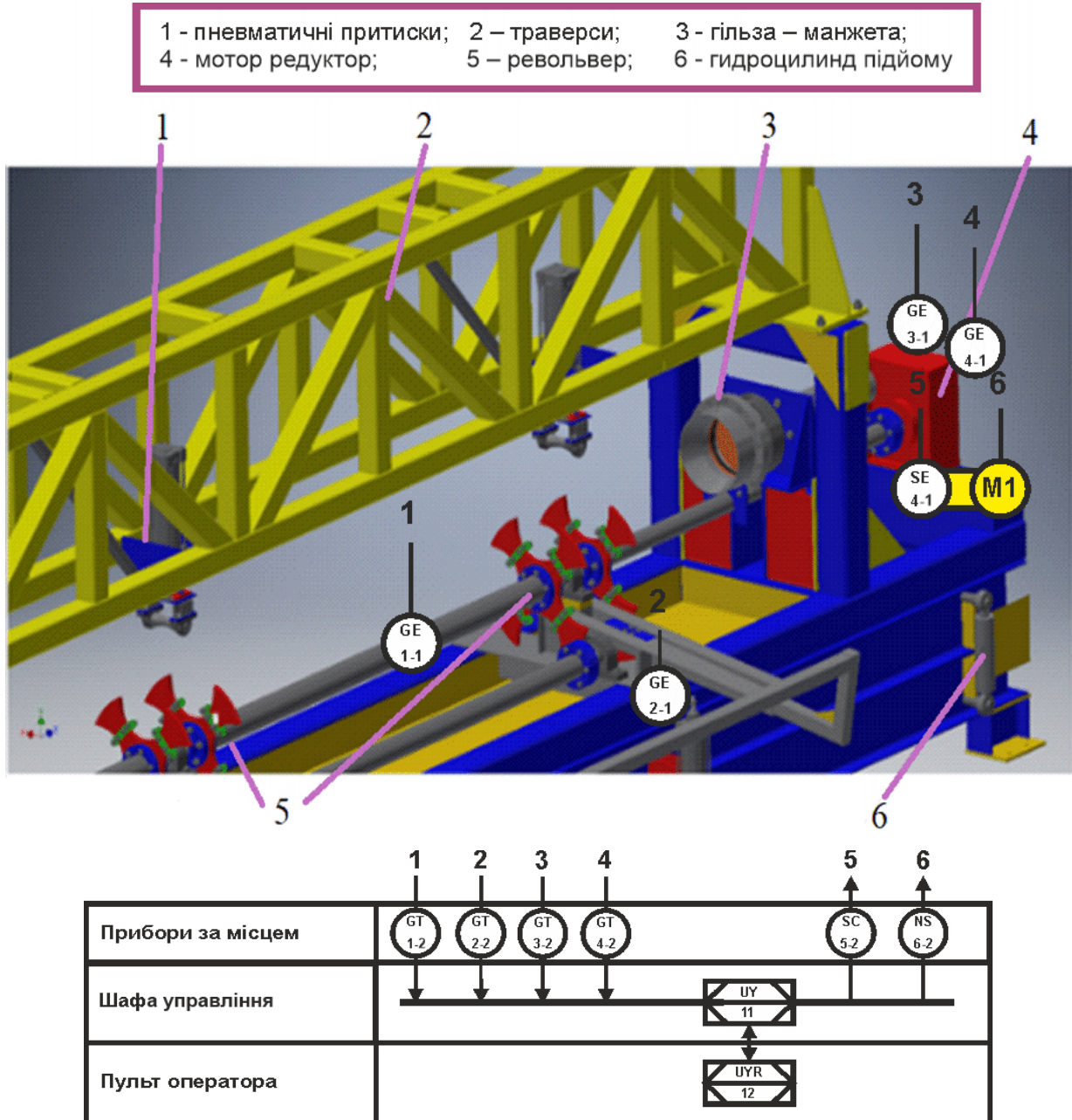


Рисунок 2.19 – Функціональна схема автоматизації системи управління

2.5 Розробка схеми електричної принципової

На основі функціональної схеми автоматизації та обраного апаратного забезпечення розроблена схема електрична принципова підсистеми управління револьвером подачі та скидання труби (рис. 2.20).

В підсистемі використовуються два блока живлення. Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G1) підключено до програмованого логічного контролеру VIPA 214-2BS33 (A1). Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24301 (G2) підключено до модулю дискретного вводу VIPA 221-1BF00 (A1 – X4), функціонального модулю лічильника VIPA 250-1BS00 (A1 – X5), модулю аналогового виводу (A1

Управління електроприводом револьверу подачі і скидання труби (M1) реалізовано за допомогою частотного перетворювача Delta VFD110CP4EA-21 (A2). Програмований логічний контролер (A1) за допомогою дискретних виходів обирає напрям переміщення револьверу і дозволяє його рух, а за допомогою аналогового виходу задає швидкість переміщення револьверу.

2.5 Висновки за розділом

В якості об'єкту управління виступає стенд «МетТерра» СГИТ 01-89-219 - призначений для випробування труб різного діаметру 89...219 мм на міцність і щільність виробів перед поставкою.

У цьому розділі вибрано апаратно-програмні засоби для створення підсистеми управління, розроблена функціональна схема автоматизації, розроблена схема принципова підсистеми управління.

3 ВИЗНАЧЕННЯ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

Стенд «МетТерра» СГИТ 01-89-219 - призначений для випробування труб різного діаметру 89...219 мм на міцність і щільність.

Готова труба з прокатного стану фіксується на стенді пневматичними затисками і герметизується гільзами-манжетами.

Спочатку насос низького тиску наповнює трубу емульсією, потім насос високого тиску доводить тиск до випробувального, витримується певна пауза і робиться скидання тиску.

Пневматичні затиски звільняють трубу і револьвер скидає трубу на конвеєр.

Відпрацьована емульсія зливається в приймальний бак, в якому важкі частинки (окалина, стружки і так далі) осідають і очищена емульсія зливається в насосну станцію для подальшої роботи.

Труба, що пройшла випробування, вирушає або на склад готової продукції, або на ремонтну ділянку і після ремонту знову випробується.

3.1 Розробка структурної схеми інформаційних потоків дослідницької системи

У кваліфікаційній роботі розглядаються питання по заміні релейної напівавтоматичної підсистеми управління електроприводом револьверу подачі і скидання труби на конвеєр, на сучасну автоматичну підсистему управління.

В табл. 2.1 наведені основні технічних характеристик револьверу подачі і скидання труб для стенду МетТерра СГИТ 01-89-219.

Таблиця 2.1 – Основні технічних характеристик револьверу стенду МетТерра СГИТ 01-89-219

Параметр	Значення
Тип електродвигуна	АИР-160S8/4/2
Номінальна потужність електродвигуна револьверу, кВт	6,5
Номінальна обороти електродвигуна револьверу, об./хв	3 000
Коефіцієнт редукції	1:35

В якості об'єкту управління виступає револьвер подачі і скидання труб для стенду МетТерра СГИТ 01-89-219.

Система дослідження призначена для збору інформації про об'єкт управління. Основними функціями системи є формування або реєстрування керуючого впливу, який подається на об'єкт управління, реєстрування дійсного значення на виході об'єкта, візуалізація отриманих даних та їх надання у зручному для подальшої обробки виді.

Згідно з завданням та розробленим апаратним забезпеченням для підсистеми управління до контуру управління швидкістю револьвера, в якості якого виступає електромеханічна частина його приводу, входить датчик швидкості обертів револьверу, пристрій управління, в якості котрого виступає програмований логічний контролер та електропривід револьвера подачі і скидання труу.

Візуалізація процесу управління відбувається за допомогою персонального комп'ютера з програмним комплексом SCADA-система zenon. Така система дозволяє крім функцій управління виконувати функції дослідження об'єкту для чого достатньо використати дослідницьке програмне забезпечення. Виходячи з цього розроблена структурна схема інформаційних потоків дослідницької системи яка наведена на рис. 3.1.

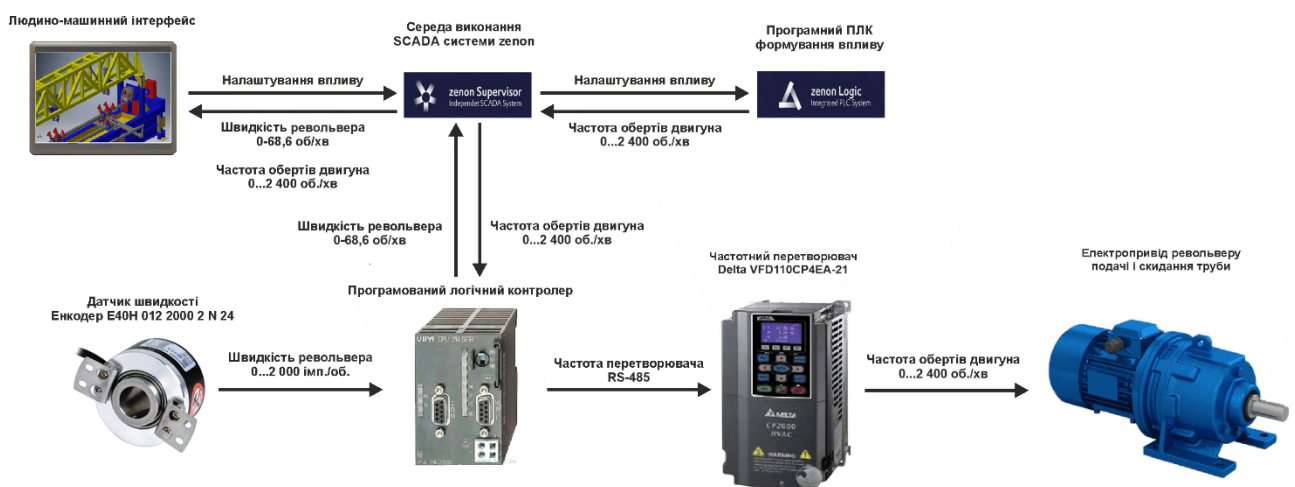


Рисунок 3.1 – Структурна схема інформаційних потоків дослідницької системи

Згідно з структурною схемою система дослідження може формувати керуючий вплив, у якості котрого виступає швидкість револьвера у діапазоні

0...85,71 об./хв, яка пропорційна обертам електропривіду відповідно у діапазоні 0-3 000 об./хв, швидкість обертів якого регулюється частотним перетворювачем у діапазоні частот 0...50 Гц. Система може контролювати швидкість обертів револьвера, за допомогою датчика швидкості, відповідно у діапазоні 0...2 000 імп./об. За розгін та підтримку заданого швидкісного режиму відповідає VIPA 214-2BS33.

Зв'язок між програмованим логічним контролером та персональним комп'ютером з програмним комплексом SCADA-система zenon реалізується за допомогою інтерфейсу Ethernet.

3.2 Розробка методики дослідження об'єкта управління

Система дослідження дозволяє формування різноманітних керуючих впливів та поданнях їх на виконавчий пристрій. При цьому об'єкт управління накладає ні яких обмежень на керуючий вплив. Виходячи з цього об'єкт управління може бути досліджено за допомогою метода активного експерименту.

Для виконання ідентифікації об'єкта управління необхідно отримати його динамічну, П-характеристику статичну характеристику та перевіірочні данні.

З метою виконання ідентифікації об'єкта управління використовуючи метод активного експерименту необхідно отримати його динамічну характеристику, данні для побудови статичної характеристики, характеристику при П-образному керуючому впливі та перевіірочні данні. Виходячи з цього складено план експерименту:

1. Налаштувати систему дослідження.

2. Отримання даних при П-образному впливі.

- 2.1 Привести об'єкт управління до початкових умов – задати частоту обертів револьвера об./хв, частота перетворювача 0 Гц - 0 об./хв. обертів револьвера.

- 2.2 Запустити процес реєстрування.

- 2.3 Задати частоту перетворювача 50 Гц, дочекатися досягнення усталеного режиму обертів револьвера.

2.4 Задати частоту діапазоні перетворювача 0 Гц, дочекатися досягнення усталеного режиму обертів револьвера (дивись п. 2.1).

2.5 Зупинити процес реєстрації.

2.7 Проаналізувати отриману характеристику. Якщо П-характеристика не симетрична, то проводити наступні дії для всіх варіантів дослідження моделювання для двох випадків характеристик - «на збільшення» та «на зменшення». Отримання характеристик «на збільшення» та «на зменшення» відрізняються лише напрямком зміни керуючого впливу, та його початковим значенням. Замість перевірочних даних слід застосовувати статичну характеристику.

3. Отримати динамічну характеристику.

3.1. Привести об'єкт управління до початкових умов (дивись п. 2.1).

3.2. Запустити процес реєстрування.

3.3. Подати у якості керуючого впливу завдання частоту частотного перетворювача 50 Гц дочекатися досягнення усталеного режиму обертів револьвера.

3.4. Подати у якості керуючого впливу завдання частоту частотного перетворювача 0 Гц дочекатися досягнення усталеного режиму обертів револьвера..

3.5. Зупинити процес реєстрації.

4. Отримання перевірочних даних.

4.1. Привести об'єкт управління до початкових умов (дивись п. 2.1).

4.2. Налаштувати псевдовипадковий вплив таким чином, щоб період зміни впливу бажано був у декілька разів менший за час перехідного процесу, а амплітуда завдання змінювалася в дискретно в діапазоні 0...100 %.

4.3. Запустити процес реєстрування.

4.4. Запустити формування псевдовипадкового впливу.

4.5. Виконувати реєстрацію бажано на протязі часу не менш за десяти перехідних процесів.

4.6. Зупинити процес реєстрації.

5. Отримання даних за для побудови статичної характеристики.

5.1. Привести об'єкт управління до початкових умов (дивись п. 2.1).

5.2. Запустити процес реєстрування.

5.3. Подати у якості керуючого впливу завдання частоту частотного перетворювача 10 Гц дочекатися досягнення усталеного режиму обертів револьвера.

5.4. Подати у якості керуючого впливу завдання частоту частотного перетворювача 20 Гц дочекатися досягнення усталеного режиму обертів револьвера.

5.5. Подати у якості керуючого впливу завдання частоту частотного перетворювача 30 Гц дочекатися досягнення усталеного режиму обертів револьвера..

5.6. Подати у якості керуючого впливу завдання частоту частотного перетворювача 40 Гц дочекатися досягнення усталеного режиму обертів револьвера..

5.7. Подати у якості керуючого впливу завдання частоту частотного перетворювача 50 Гц дочекатися досягнення усталеного режиму обертів револьвера..

5.8. Зупинити процес реєстрації.

Формування керуючих впливів та реєстрування даних буде виконуватися програмованим логічним контролером з подальшою передачею результатів до програмного комплексу zenon.

3.3 Виконання експерименту

Для імітаційної моделі електромеханічної частини револьвера за каналом керування «частота частотного перетворювача – швидкість обертів револьверу, вихідними даними для проведення ідентифікації об'єкта керування є експериментальні криві розгону, при цьому вхідною величиною є частота частотного перетворювача, а вихідною – швидкість обертів револьвера. Початкові дані по входу і виходу об'єкта керування дорівнюють 0.

На першому етапі проведення експерименту виконано налаштування системи дослідження таким чином, що керуючий вплив (частота частотного

перетворювача) може знаходитися дискретно в діапазоні 0...100 % (0...50 Гц), а значення обертів револьверу 0...85,71 об./хв.

На третьому етапі було виконано отримання даних П-образному керуючому впливі (рис. 3.2) (за відсутністю можливості доступу до реальних даних, та для спрощення моделювання, на початковому етапі, було припущено, що об'єкт управління симетричний).

Для цього встановлено завдання частоти частотного перетворювача 0 Гц. Після досягнення усталеного режиму усталеного режиму витрат повітря, завдали частоту 50 Гц, дочекалися досягнення усталеного режиму швидкості револьверу, а потім завдали частоту обертів вентилятора 0 %, дочекалися досягнення усталеного режиму усталеного режиму швидкості револьверу. На цьому експеримент закінчився.

Проаналізувавши отриманий результат сміливо можна стверджувати, що об'єкт управління є симетричним, тобто не треба мати окремі моделі на «збільшення сигналу» та «на зменшення сигналу» управління.

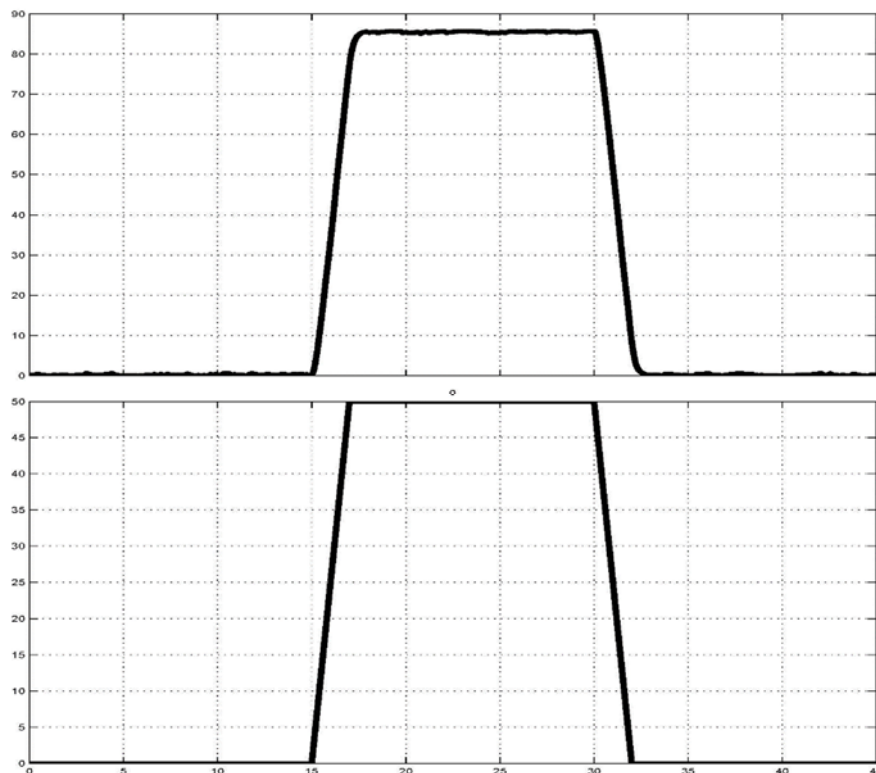


Рисунок 3.2 – Отримання даних при П-образному керуючому впливі

На третьому етапі було виконано отримання динамічної характеристики об'єкта управління.

Для цього було встановлено завдання на вході об'єкту керування 0 Гц. Після досягнення усталеного режиму на виході об'єкту керування було встановлено завдання на вході об'єкту керування 50 Гц. Після досягнення усталеного режиму на виході об'єкту керування експеримент було закінчено, отримали динамічну (рис. 3.3).

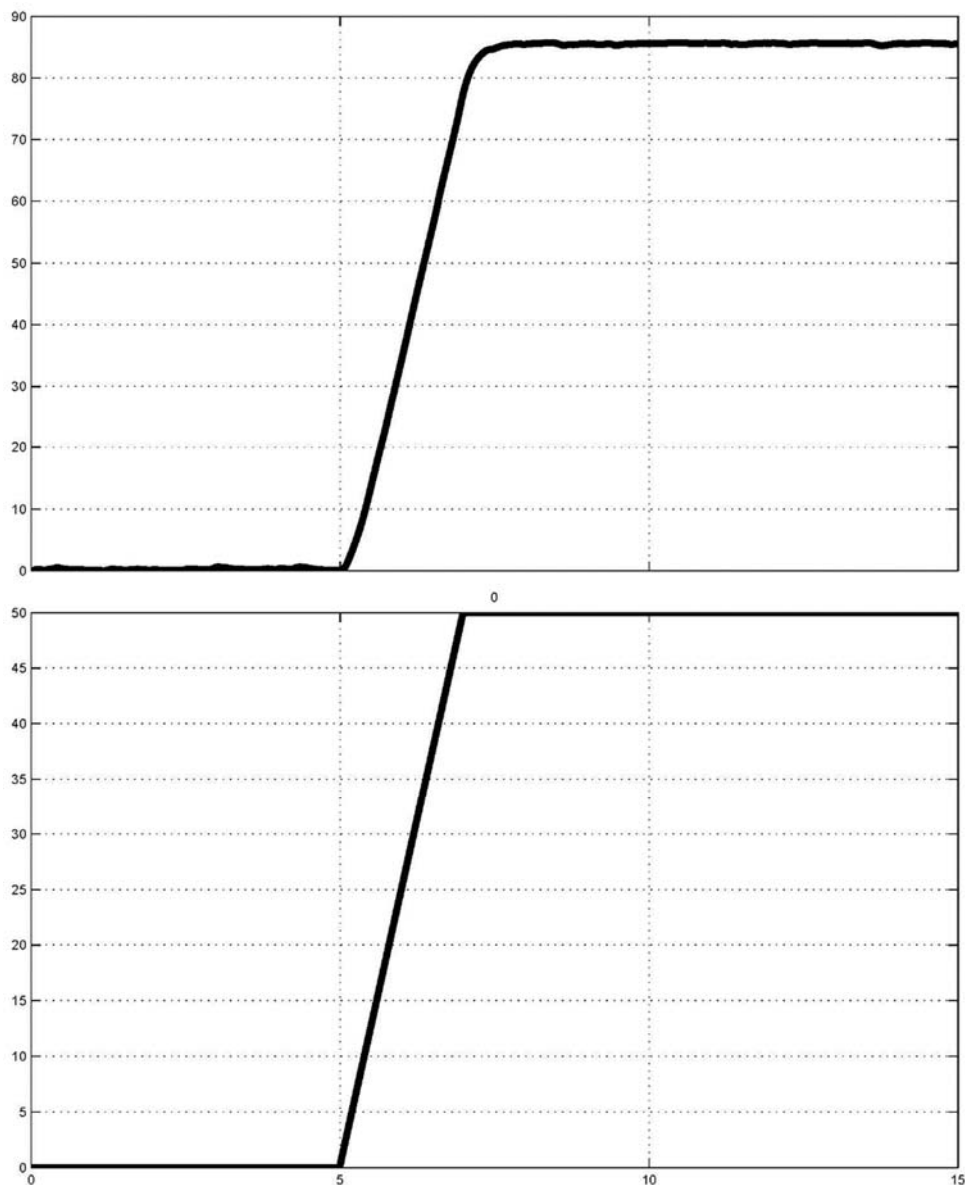


Рисунок 3.3 – Отримання динамічної характеристики

На четвертому етапі було виконано отримання даних для побудови статичної характеристики (рис. 3.4).

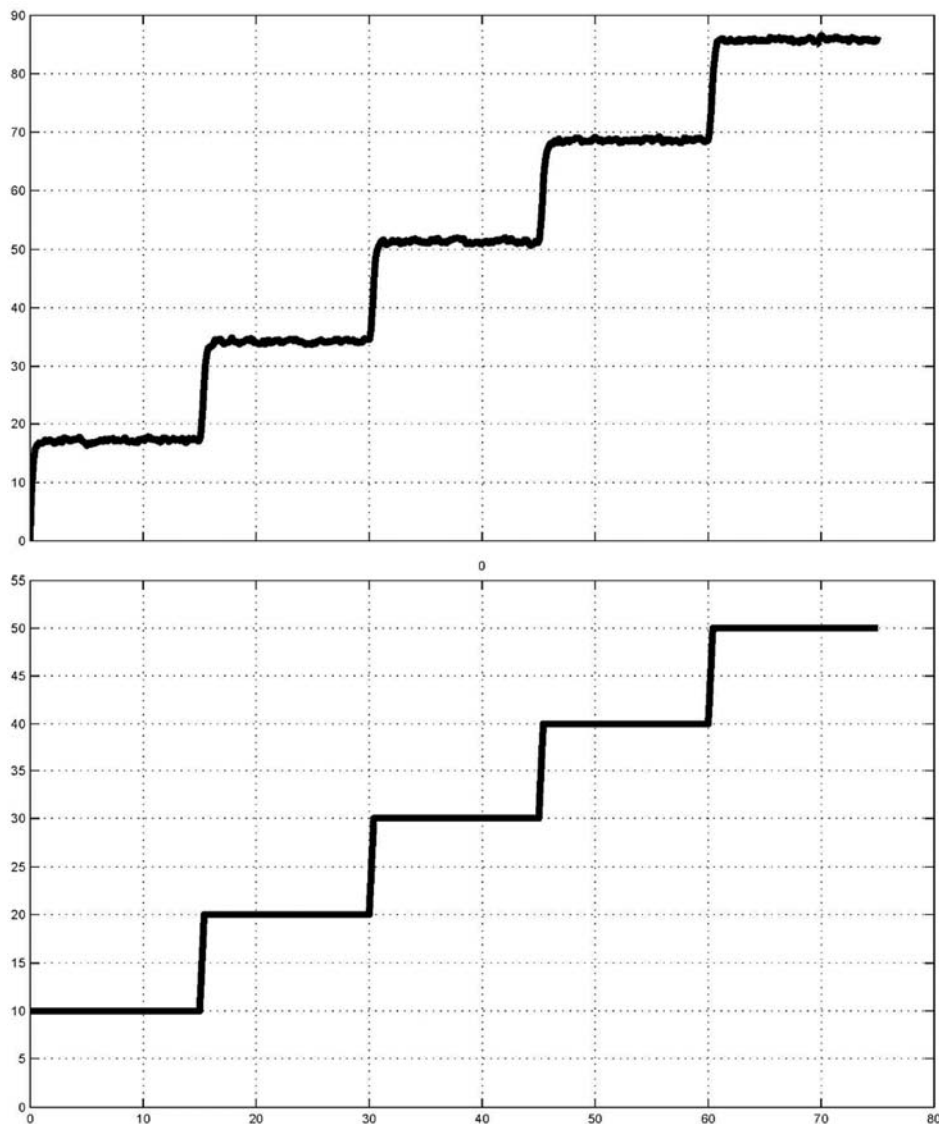


Рисунок 3.4 – Отримання даних для побудови статичної характеристики

Алгоритм отримання даних:

- привести об'єкт управління до початкових умов;
- запустити процес реєстрування;
- подати 20 % керуючого впливу, дочекатися досягнення усталеного режиму на виході об'єкту;
- подати 40 % керуючого впливу, дочекатися досягнення усталеного режиму на виході об'єкту;
- подати 60 % керуючого впливу, дочекатися досягнення усталеного режиму на виході об'єкту;
- подати 80 % керуючого впливу, дочекатися досягнення усталеного режиму на виході об'єкту;

- подати 100 % керуючого впливу, дочекатися досягнення усталеного режиму на виході об'єкту;
- зупинити процес реєстрації.

У результаті виконання плану експерименту проведено дослідження об'єкта управління та отримані дані при П-образному керуючому впливі, динамічна характеристика та дані статичної характеристики.

На п'ятому етапі було виконано отримання перевірочних даних (рис. 3.5). Для цього період псевдовипадкового впливу було налаштована на 2 с. Реєстрація відбувалася на протязі 100 с.

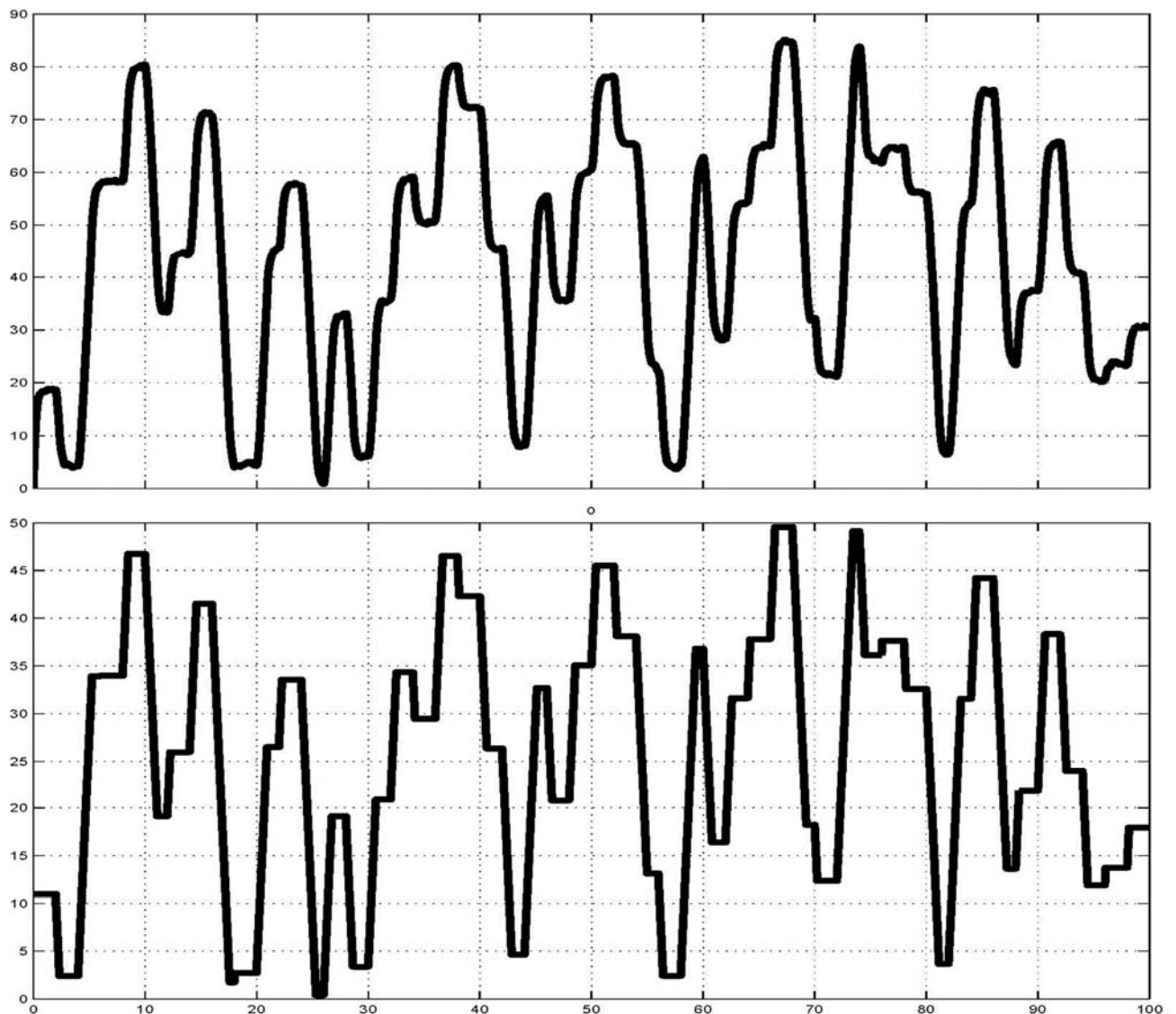
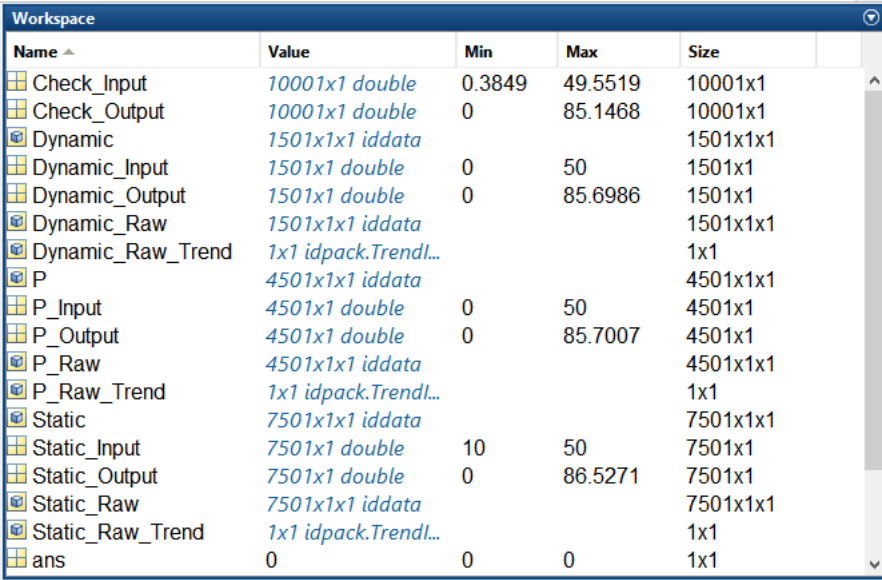


Рисунок 3.5 – Отримання перевірочних даних

3.4 Обробка результатів експерименту

3.4.1 Підготовка даних

Дані отримані з програмного пакету SCADA-система zenon у вигляді текстових файлів було імпортовано до математичного пакета MATLAB з метою подальшої обробки (рис. 3.6). Змінні задані даними динамічної характеристики “Dynamic_Input”, “Dynamic_Output”, даними для побудови статичної характеристики “Static_Input”, “Static_Output”, даними для побудови перевірконої характеристики “Check_Input”, “Check_Output”. Суфікс “_Input” позначає керуючі впливи, а суфікс “_Output” дійсні значення.



Name	Value	Min	Max	Size
Check_Input	10001x1 double	0.3849	49.5519	10001x1
Check_Output	10001x1 double	0	85.1468	10001x1
Dynamic	1501x1x1 iddata			1501x1x1
Dynamic_Input	1501x1 double	0	50	1501x1
Dynamic_Output	1501x1 double	0	85.6986	1501x1
Dynamic_Raw	1501x1x1 iddata			1501x1x1
Dynamic_Raw_Trend	1x1 idpack.Trendl...			1x1
P	4501x1x1 iddata			4501x1x1
P_Input	4501x1 double	0	50	4501x1
P_Output	4501x1 double	0	85.7007	4501x1
P_Raw	4501x1x1 iddata			4501x1x1
P_Raw_Trend	1x1 idpack.Trendl...			1x1
Static	7501x1x1 iddata			7501x1x1
Static_Input	7501x1 double	10	50	7501x1
Static_Output	7501x1 double	0	86.5271	7501x1
Static_Raw	7501x1x1 iddata			7501x1x1
Static_Raw_Trend	1x1 idpack.Trendl...			1x1
ans	0	0	0	1x1

Рисунок 3.6 – Імпортовані данні

Для спрощення подальшого аналізу дані були конвертовані до об’єктів типу “iddata”:

```
>> P_Raw = iddata(P_Output, P_Input, 0.01);
>> plot(P_Raw)

>> Dynamic_Raw = iddata(Dynamic_Output, Dynamic_Input, 0.01);
>> plot(Dynamic_Raw)

>> Static_Raw = iddata(Static_Output, Static_Input, 0.01);
>> plot(Static_Raw)

>> Check_Raw = iddata(Check_Output, Check_Input, 0.01);
>> plot(Check_Raw)
```

З отримані данні не містять статичної складової, тому на цьому підготовка даних завершена.

Проаналізуємо об'єкт управління на лінійність для цього побудуємо його статичну характеристику «на збільшення» (рис. 3.7):

```
>> Static_Input_Vector = [0 10 20 30 40 50];  
>> Static_Output_Vector = [0 17.2 34.3 51.4 68.5 85.7];  
>> plot(Static_Input_Vector, Static_Output_Vector, '-ok', 'LineWidth', 3)
```

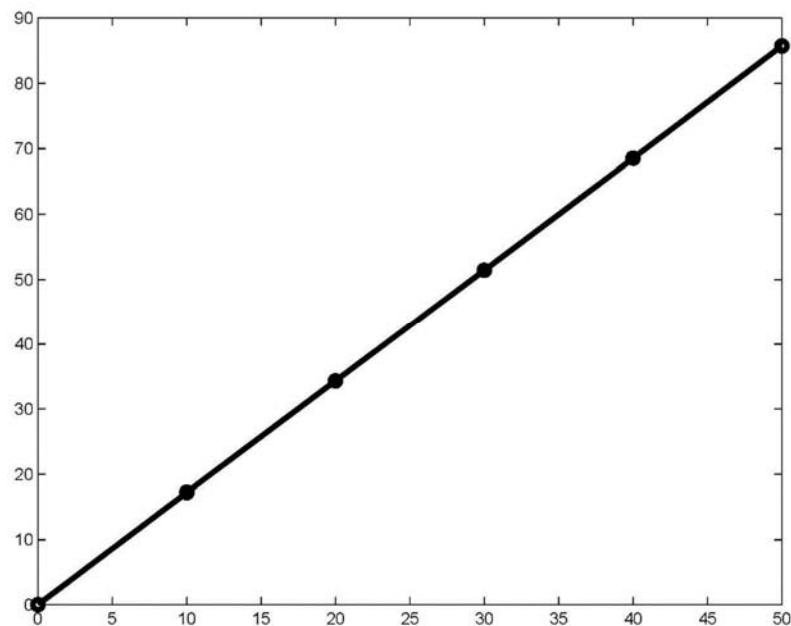


Рисунок 3.7 – Статична характеристика

Статична характеристика об'єкта управління лінійна. На підставі цього можливо зробити висновок, що об'єкт управління також є лінійним у діапазоні 0÷100 % швидкості обертів револьверу.

3.4.2 Структурна ідентифікація

З метою оцінки структури моделі об'єкту управління проаналізуємо динамічну характеристику об'єкту управління (рис. 3.8).

Після подачі керуючого впливу, вихідна характеристика зразу починає збільшуватися, тому об'єкт управління не має запізнення. Крім того на характеристиці також відсутня інерція, характер перехідного процесу монотонний, а кількість явних перегинів дорівнює одному. На підставі цього

можливо зробити висновок, що модель об'єкта управління може бути представлена у вигляді аперіодичної ланки першого порядку.

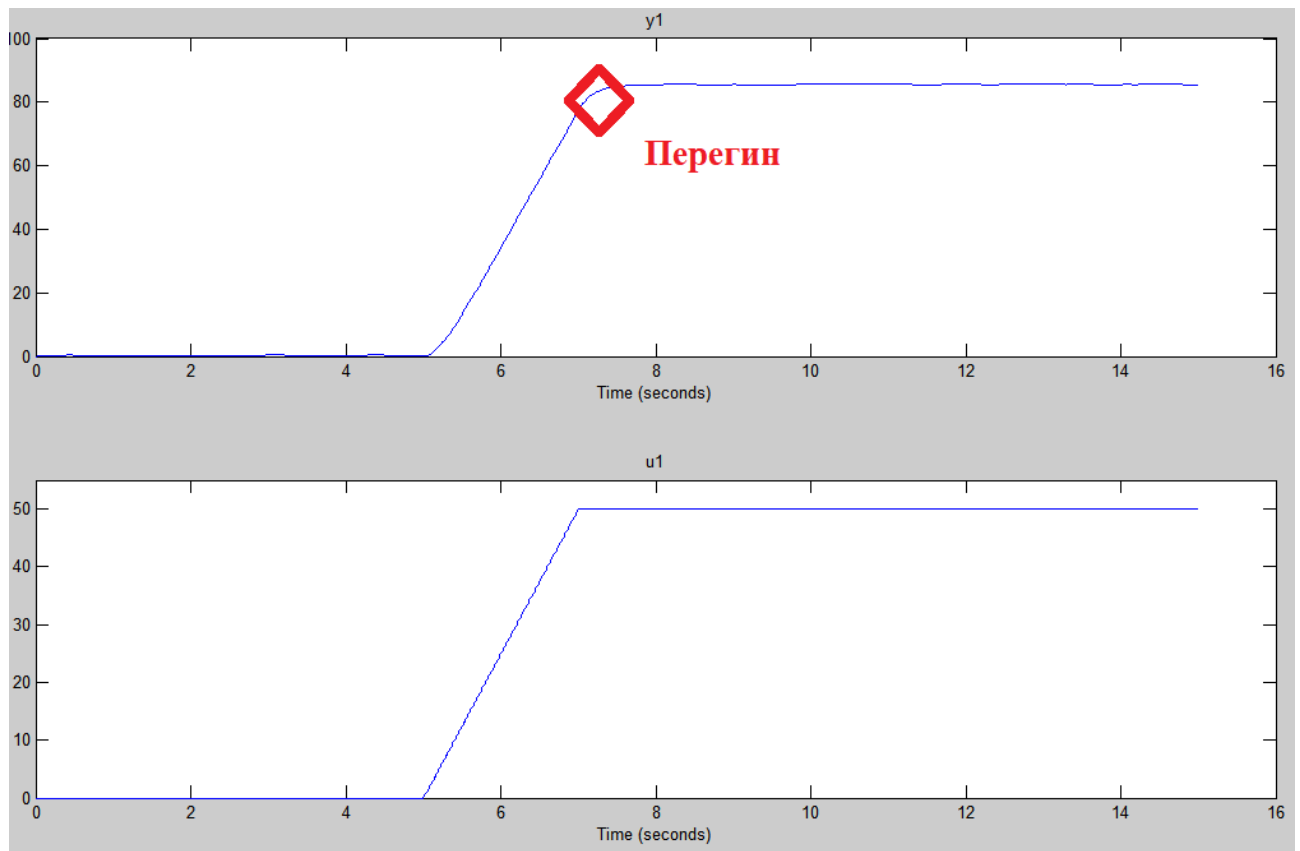


Рисунок 3.8 – Аналіз динамічної характеристики

Виходячи з проведеного аналізу експериментальних даних можливо зробити висновок, що об'єкт управління може бути представлений в виді аперіодичної ланки першого порядку без запізнення.

$$W(s) = k / ((T1s + 1)) \quad (3.1)$$

де $W(s)$ – передавальна функція;

k – коефіцієнт підсилення;

$T1$ – постійна часу (с).

3.4.3 Параметрична ідентифікація

Як було встановлено об'єкт управління є лінійним, а його коефіцієнт підсилення може бути розрахований згідно з статичною характеристикою – максимальна швидкість револьверу 85,71 об./хв. (3000 / 35) при максимальній частоті перетворювача 50 Гц:

$$k = \frac{85,71}{50} = 1,71$$

Визначення параметрів моделі об'єкту управління виконано за допомогою "System Identification Toolbox", якому у якості робочих даних використані данні динамічної характеристики, а у якості перевірочних даних для оцінки відповідності моделі об'єкту управління, використані данні статичної характеристики, та перевірочної характеристики. Обидві перевірки дали однакові результати (рис. 3.9).

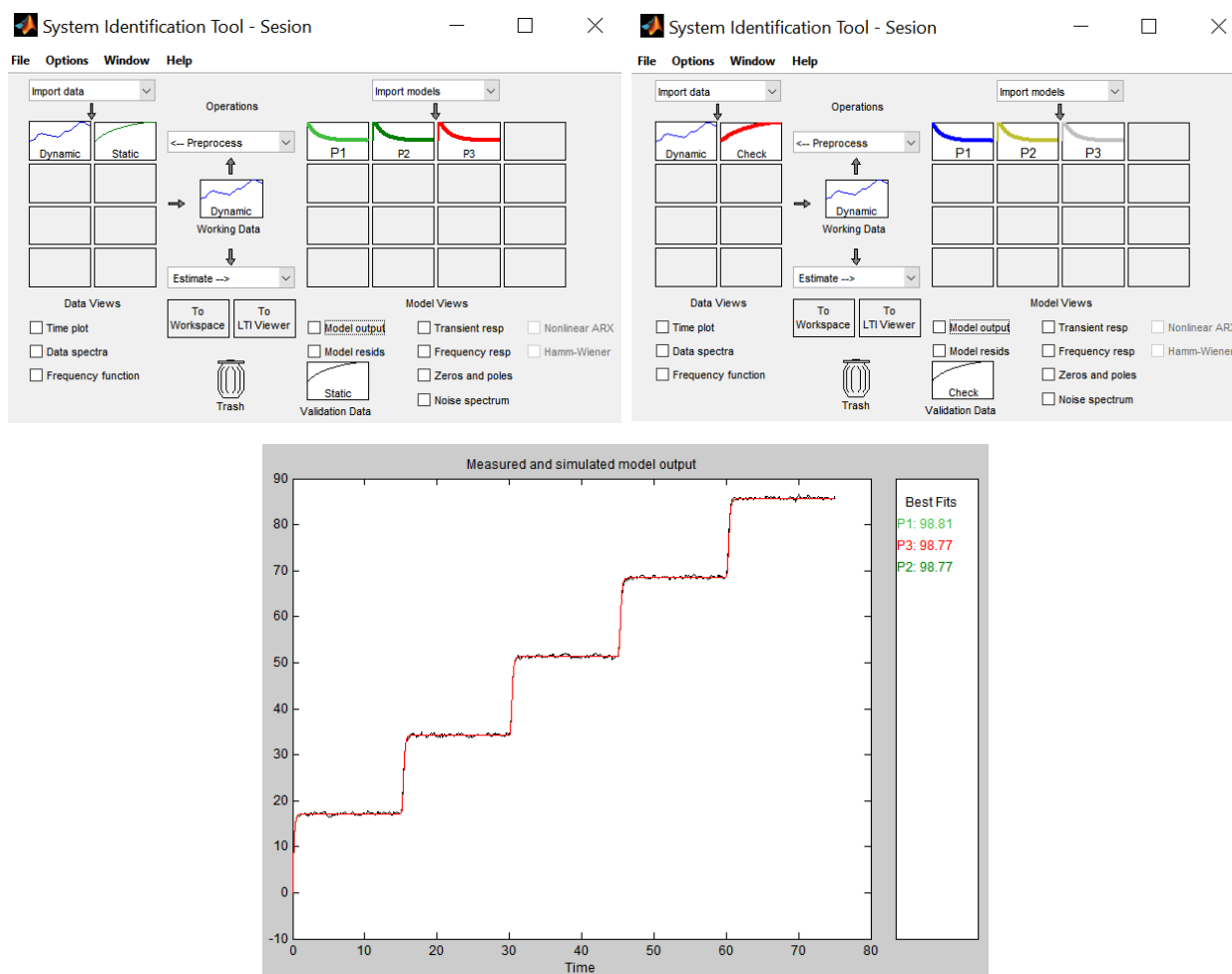


Рисунок 3.9 – Результати оцінювання моделі у System Identification Toolbox

Згідно з результатами розрахунків для об'єктів першого порядку без затримки, можна зробити висновок, що модель P1 найкраще підходить, та цілком задовольняє вимогам технічної точності 10%. Таким чином можливо остаточно затверджувати, що об'єкту управління відповідає аперіодична ланка першого

порядку з затримкою, може бути використана в подальшій реалізації, при побудові програмного забезпечення системи управління.

Результати розрахунків параметрів моделі наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків параметрів моделі об'єкта управління «на збільшення»

Назва параметру	P1	P2	P3
K	1.7113	1.7111	1.7111
T1, с	0.19475	0.1822	0.1822
T2, с	-	0.012422	5.7931e-06
T3, с	-	-	0.012416
τ , с	15.13	15.1	15.1
Dynamic – Динамічна характеристика			
NRMSE, %	99.54	99.55	99.55
FPE	0.03355	0.03197	0.03202
MSE	0.03348	0.03187	0.03187
Static – Статична характеристика			
NRMSE, %	98.81	98.77	98.77

На підставі виконаних досліджень отримана модель об'єкта управління «на збільшення» у виді передавальної функції:

$$W(s) = \frac{1.7113}{(0.19475 s + 1)}$$

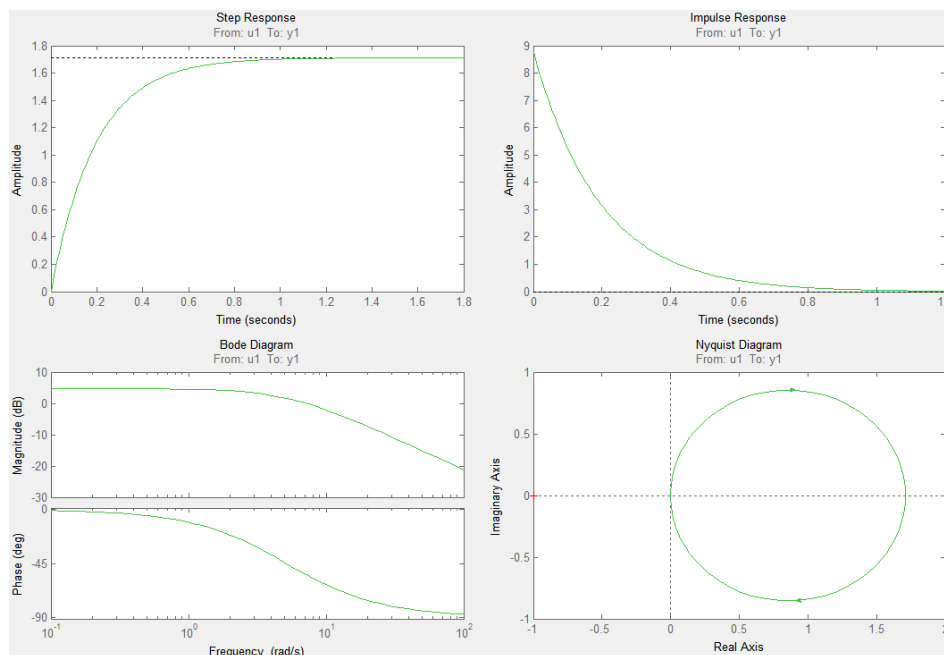


Рисунок 3.10 – Характеристики моделі управління

У результаті виконання плану експерименту проведено всеосяжне дослідження об'єкта управління та отримані динамічна характеристика, дані для побудови статичної характеристики, дані при П-образному керуючому впливі та перевірочні дані.

3.4.4 Розробка моделі об'єкта управління в Simulink

За результатами ідентифікації розроблена модель об'єкта управління «на збільшення» в графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink (рис. 3.11) у вигляді передавальної функції.

Результати моделювання об'єкта управління «на збільшення» з використання перевірочних даних наведені на рис. 3.12. Згідно отримана модель об'єкта у вигляді передавальної функції не відрізняється від моделі об'єкта отриманої у програмному забезпеченні “System identification toolbox”. Крім того результати моделювання практично не відрізняються від перевірочних даних. Таким чином отримана модель у вигляді передавальної функції може бути використовуватися у подальших дослідженнях.

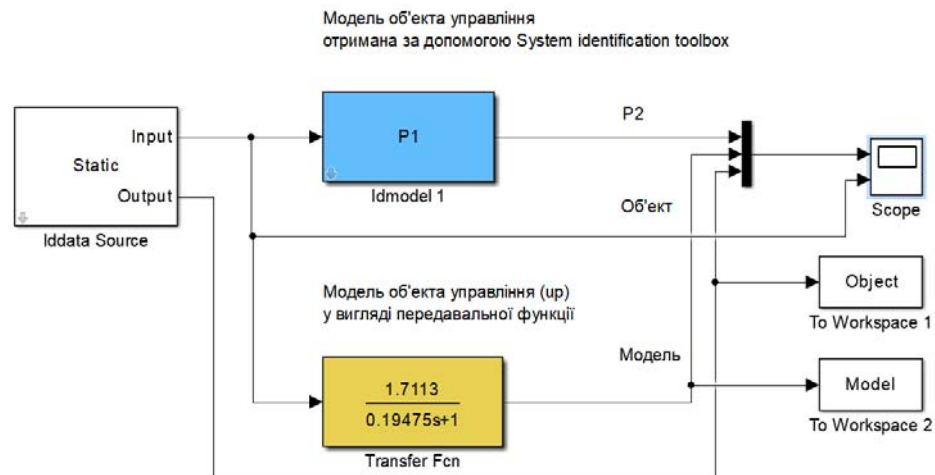


Рисунок 3.11 – Модель об'єкта управління в середовищі Simulink

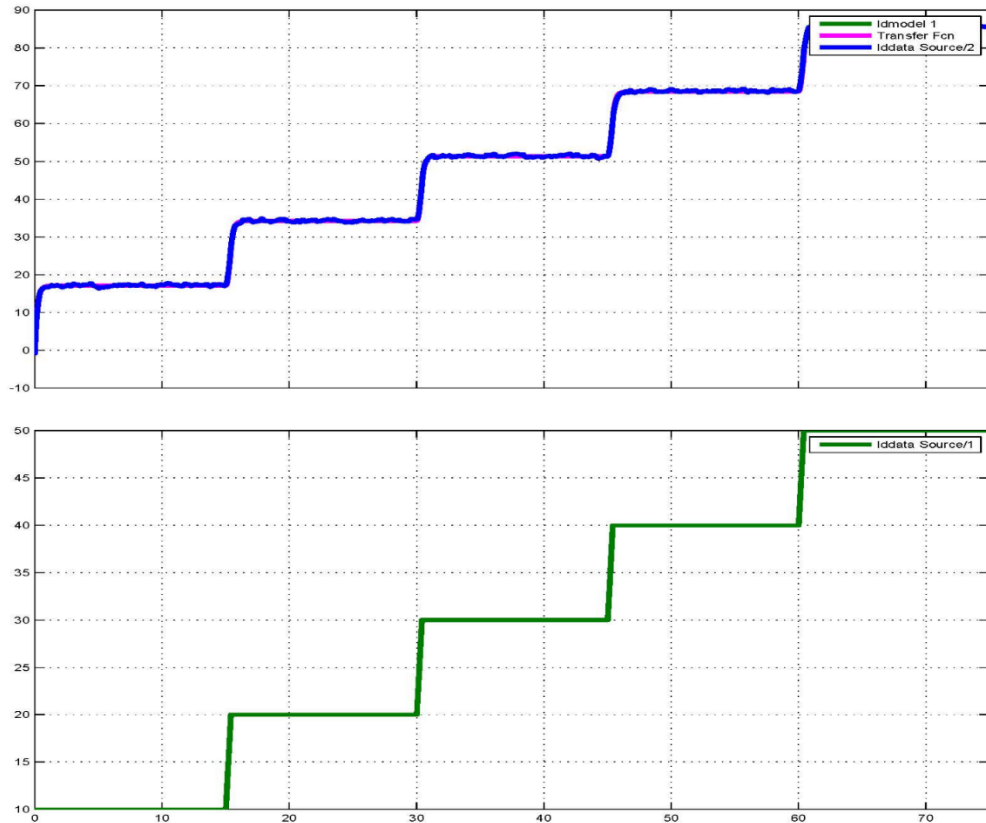


Рисунок 3.12 – Результати моделювання

3.4.5 Перевірка моделі на адекватність

На підставі результатів моделювання та статичних даних виконано аналіз адекватності моделі об'єкта управління «на збільшення» за методом нормованого середнє квадратичного відхилення:

```
>> nrmse = goodnessOfFit(Model, Object, 'NRMSE') * 100.0
```

```
nrmse = 98.8023
```

Згідно з перевіркою модель відповідна до об'єкту управління на 98.8 %, а тому є адекватною та може бути використана для моделювання об'єкту управління в подальших дослідженнях.

Остаточна модель об'єкту управління наведена на рис. 3.13, а результати моделювання на рис. 3.14.

Фінальна динамічна характеристика

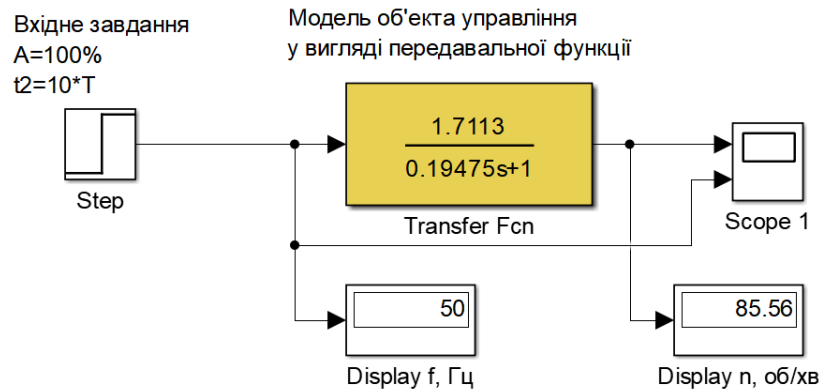


Рисунок 3.14 – Остаточна модель об'єкта управління

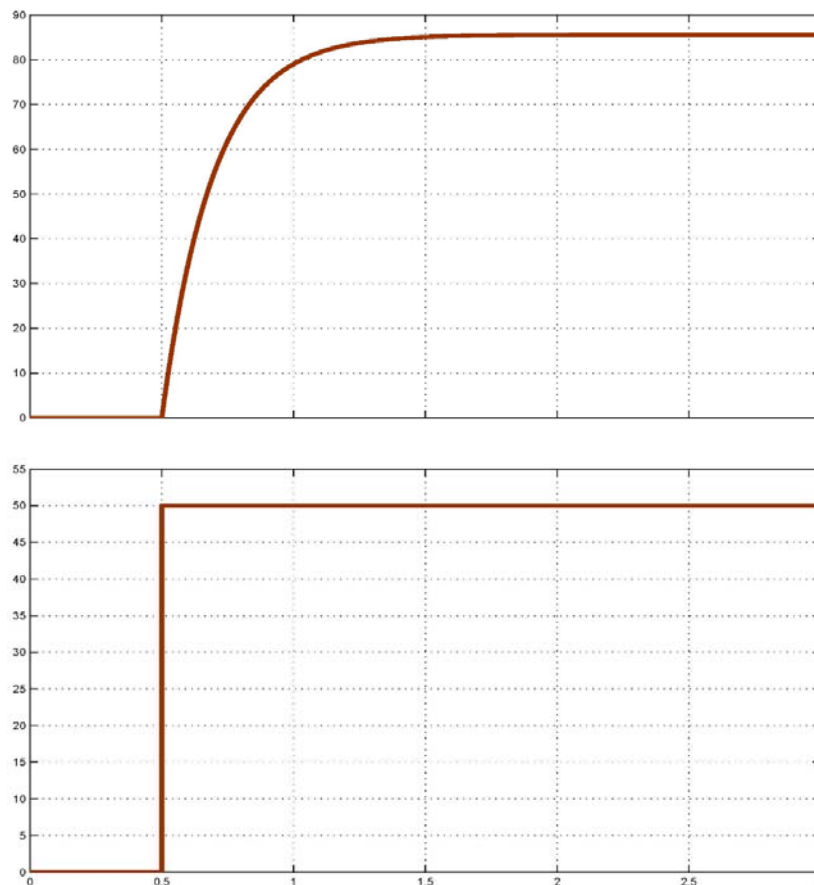


Рисунок 3.15 – Результати моделювання динамічної

3.5 Висновки за розділом

В процесі виконання кваліфікаційної роботи виконано дослідження об'єкта управління.

В результаті структурної ідентифікації встановлено, що об'єкт управління може бути представлений у аперіодичної ланки першого порядку.

На підставі передавальних функцій розроблені відповідні моделі об'єкта управління в середовищі імітаційного моделювання Simulink. Модель об'єкта відповідає перевірочним даними на 98.8 %. Виходячи з цього, модель є адекватною і може бути використаня для моделювання об'єкта управління і при проектуванні і перевірці роботи системи управління.

4 ЕКОНОМІКА

Кваліфікаційна робота присвячена актуальній задачі удосконалення автоматизованої системи управління стендом «МетТерра» СГИТ 01-89-219, який призначений для випробування, виготовлених на металопрокатному стані сварних труб діаметром 89...219 мм на міцність і щільність.

Система автоматичного управління револьвером подачі і скидання труб повинна забезпечити подачу, точне позиціонування скидання труби у циклі гідровипробування труб.

У цьому розділі кваліфікаційній роботи бакалавра розглядається економічна доцільність розробки системи управління, виконаної на базі ПЛК VIPA та scada zenon.

4.1 Розрахунок капітальних витрат

4.1.1 Вартість комплектуючих системи

Капітальні витрати, необхідні для реалізації проекрованої системи, наведено в табл 4.1.

$$K = K_{об} + K_{тр} + K_{мн}, \text{ грн.}, \quad (4.1)$$

де $K_{об}$ – вартість устаткування по зведенню витрат;

$K_{тр}$ – транспортно - заготівельні й складські витрати;

$K_{мн}$ – витрати на монтаж і налагодження встаткування;

Таблиці 4.1 – Вартість комплектуючих системи

Найменування	Кількість	Оптова ціна за од., грн.	Сума, грн
VIPA та scada zenon	6	2800	16800
Сервер Dell PowerEdge T30	1	16460	16460
ПК моноблок Asus Vivo AiO	1	10500	10500
Разом			43760

Витрати на обладнання склали 43760 грн. Демонтаж старого устаткування, транспортування і монтаж нового обладнання визначається в залежності від вартості обладнання матеріалів, виробів, конструкцій, беруться 8 % від загальної вартості.

$$D_{\text{тр}} = C_{\text{об}} \times 0,08, \text{ грн.} \quad (4.2)$$

де $C_{\text{об}}$ – вартість комплектуючих, грн.

Таким чином витрати на транспортно-заготівельні і складські роботи складають

$$D_{\text{тр}} = 43760 \times 0,08 = 3500,80 \text{ грн.}$$

Вартість монтажних-налагоджувальних робіт приймаємо на рівні 6 % від вартості обладнання.

$$M_{\text{мн}} = C_{\text{об}} \times 0,06, \text{ грн.} \quad (4.3)$$

Витрати на монтажні-налагоджувальні роботи складуть

$$M_{\text{мн}} = 43760 \times 0,06 = 2625,60 \text{ грн.}$$

Розрахувавши всі показники, використовуємо формулу 4.1 і розраховуємо капітальні витрати:

$$K_{\text{пр}} = 43760 + 3500,80 + 2625,60 = 49886,40 \text{ грн.}$$

4.2 Експлуатаційні витрати

4.2.1 Амортизація обладнання

$$A = P_{\text{ст}} * N_{\text{а}} / 100\%, \quad (4.4)$$

де $P_{\text{ст}}$ – початкова коштовність обладнання,

$N_{\text{а}}$ – норма амортизації

$$A = 43760 * 20 / 100 = 8752 \text{ грн}$$

4.2.2 Вартість електроенергії

Вартість електроенергії розраховується виходячи з того, що вартість 1 кВт год = 1,68 грн:

$$V_{\text{ел}} = Z_{\text{р}} * V_{1\text{кВт}}, \quad (4.5)$$

де $Z_{\text{р}}$ – річні витрати електроенергії,

$V_{1\text{кВт}}$ – вартість 1кВт електроенергії

Маємо:

$$V_{\text{ел}} = 57000 * 1,68 = 95760 \text{ грн}$$

4.2.3 Розрахунок фонду заробітної плати

Номинальний річний фонд робочого часу одного працівника:

$$T_{\text{ном.рік}} = (T_{\text{к}} - T_{\text{вих.св}} - T_{\text{відп}}) * T_{\text{зм}}, \text{ годин} \quad (4.6)$$

де $T_{\text{к}}$ – календарний фонд робочого часу, 365 днів;

$T_{\text{вих.св}}$ – вихідні дні та свята, 114 дні;

$T_{\text{відп}}$ – відпустка, 21 день;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, 8 год.

Таким чином, річний фонд робочого часу працівника складе:

$$T_{\text{ном.рік}} = (365 - 114 - 21) * 8 = 1840 \text{ годин}$$

Для надійної роботи системи в роботу буде задіяно два оператора та одного системного адміністратора.

Розрахунок річного фонду заробітної плати виробничих робітників здійснюється у відповідності з формою, наведеною в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Розрахунок заробітної плати персоналу

№ п/п	Найменування професії робітників	Число працюючих, чол		Годинна тарифна ставка, грн. / ч.	Номинальний річний фонд робочого часу	Пряма заробітна плата, грн.	Додаткова заробітна плата (10%), грн.	Доплати (7%), грн.	Всього заробітна плата, грн.
		яв.	сп.						
1	Оператор	2		30	1840	110 400	9 360	9212,8	128 972,8
2	Системний адміністратор	1		44	1840	80 960	7 864	6121,6	94 945,6
Разом									223 918,4

4.2.4 Відрахування на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи визначаються за формулою:

$$C_{\text{с}} = 0,22 * C_{\text{з}}, \text{ грн.} \quad (4.7)$$

$$C_{\text{с}} = 0,22 * 223\,918,4 = 49\,262,4 \text{ грн.}$$

4.2.5 Визначення річних витрат на технічне обслуговування й ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт електротехнічного встаткування й мереж включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтником.

Витрати, пов'язані з ремонтом та технічним обслуговуванням нового обладнання, становлять 3% від вартості, тобто:

$$C_{p.t.o.} = K * 0,03, \text{ грн.} \quad (4.8)$$

$$C_{p.t.o.} = 49\,886,40 * 0,03 = 1\,496,6 \text{ грн.}$$

4.2.6 Визначення інших витрат

Інші витрати з експлуатації комп'ютерної системи містять витрати з охорони праці, на спецодяг та інше згідно практики, ці витрати визначаються в розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу:

$$C_{інш.} = C_z * 0,04, \text{ грн.} \quad (4.9)$$

$$C_{інш.} = 223\,918,4 * 0,04 = 8\,956,7 \text{ грн.}$$

4.3 Висновки по розділу

Аналізуючи економічні показники, бачимо, що капітальні витрати становлять 49 886,40 грн.

З розрахунків, видно, що впровадження нового обладнання комп'ютерної системи та його експлуатація, є коштовними в матеріальному плані, але необхідними.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Кваліфікаційна робота присвячена актуальній задачі удосконалення автоматизованої системи управління стендом «МетТерра» СГИТ 01-89-219, який призначений для випробування, виготовлених на металопрокатному стані сварних труб діаметром 89...219 мм на міцність і щільність.

Система автоматичного управління револьвером подачі і скидання труб повинна забезпечити подачу, точне позиціонування скидання труби у циклі гідровипробування труб.

Охорона праці - це система правових і соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Державна політика в галузі охорони праці базується на даних принципах [19-20].

Повністю безпечних та нешкідливих виробництв не існує. Завдання охорони праці — звести до мінімуму ймовірність враження або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються як правило наявністю певних небезпек та шкідливостей [21-24].

Значення безпеки життєдіяльності визначається тим, що вона направлена на рішення важливого соціального питання - збереження здоров'я людей. Покращення умов праці, підвищення її безпеки та нешкідливості має велике екологічне значення. Воно впливає на економічні результати виробництва — на продуктивність праці, якість та собівартість виготовленої продукції.

Продуктивність праці підвищується завдяки збереженню здоров'я та працездатності людини, економії живої праці шляхом підвищення рівня використання робочого часу, продовження періоду активної трудової діяльності людини, економії громадської праці шляхом підвищення якості продукції, покращення використання основних виробничих фондів, зменшення числа аварій [22-23].

Покращення умов праці та її безпека приводять до зниження виробничого травматизму, професійних захворювань, інвалідності, що зберігає здоров'я працюючих і одночасно приводить до зменшення затрат на оплату пільг та компенсацій за роботу в шкідливих умовах праці, на оплату наслідків такої роботи, на лікування, перепідготовку працівників виробництва у зв'язку з текучістю кадрів по причинах, що пов'язані з умовами праці.

5.1 Вплив електронно-обчислювальних машин на стан здоров'я користувача

Комп'ютерна техніка у наш час знайшла широке використання у діловодстві, промисловості, науці, навчальному процесі, але при недотриманні вимог безпеки вона може завдавати значної шкоди працюючим.

Особливістю негативного впливу комп'ютерних технологій на працездатність і здоров'я людини є комплексна одночасна дія декількох шкідливих факторів, при значній інтенсивності яких відбувається накопичення їх впливу, що викликає суттєві зміни в організмі людини, розлад функцій окремих органів і систем [27].

До основних негативних факторів належать: випромінювання різних діапазонів електромагнітного спектру, шум, психосоціальні фактори виробничого середовища, нервово-емоційна напруга та інші.

Робота ЕОМ призводить до зміни фонові концентрації іонів повітря. Так, приблизно через 5 хвилин роботи монітору концентрація легких негативних іонів знижується в 5-10 разів (фонове значення цього показнику становить 350 – 620 іонів/см³), а через 3 години роботи їх концентрація наближається до нуля. Знижується також концентрація середніх і тяжких негативних іонів, натомість концентрація позитивно заряджених іонів різко зростає, що дуже негативно відбивається на газообміні в легенях, загальному почутті людини. Значна кількість позитивних іонів, особливо тяжких, призводить до підвищення артеріального тиску, тахікардії, прояву болю в області серця, затрудненню дихання, прискоренню швидкості осідання еритроцитів, розладу функцій центральної нервової системи, порушенню травлення [27-31].

Оптимальним рівнем аероіонізації на робочому місці вважається вміст легких іонів від 150 до 5 000 в 1 см³ повітря [27].

Нормалізувати іонний склад повітря виробничої зони можна різними способами: механічна вентиляція, застосування іонізаторів, заземлених захисних екранів тощо [29-31].

Доза рентгенівського випромінювання перед екраном монітора на відстані 50 см від його поверхні є безпечною, вона не досягає межі допустимого рівня.

Згідно деяких даних, електромагнітні випромінювання викликають розвиток катаракти. Потенційно сприяють розвитку катаракти іонізуюче, ультрафіолетове, інфрачервоне і мікрохвильове випромінювання.

На працездатність та самопочуття людини негативно впливає шум від роботи електронно-обчислювальних машин. При цьому тривала дія шуму призводить до зниження розумової працездатності на 10-15%, швидкої зорової втоми, послаблення уваги, порушення психофізіологічних процесів. Вплив шуму є однією із причин розвитку стресу, погіршення настрою, сенсорного перевантаження, змін кровопостачання тканин і органів у зв'язку зі спазмами капілярів [28-34].

Результатом напруженої тривалої зорової роботи на ЕОМ може бути не лише специфічний зоровий дискомфорт, але і виникнення головного болю.

Стресові стани, які розвиваються при довготривалій напруженій роботі за ЕОМ, є однією із причин виникнення соматичних, фізіологічних, психологічних змін в організмі.

Фізіологічні порушення супроводжуються розладами функцій шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної системи, скелетних м'язів, залоз внутрішньої секреції, шкіри, статевої системи. Встановлено, що ці розлади частіше мають місце у працівників з високою та середньою тривалістю роботи за ЕОМ.

До психологічних і поведінкових розладів відносяться: агресивність, фрустрація, нервозність, дратівливість, порушення сну, швидкий розвиток втоми тощо.

Зміни на соматичному, фізіологічному, психологічному і поведінковому рівнях працівників на електронно-обчислювальних машинах та відеодисплейних терміналах пов'язані з високим навантаженням при виконанні завдань, високою емоціонально-психологічною напруженістю та дією негативних виробничих факторів.

5.2 Ергономічні вимоги до робочого місця оператора електронно-обчислювальних машин

Проектування робочих місць, забезпечених відеотерміналами, відноситься до числа важливих проблем ергономічного проектування в області обчислювальної техніки [30-32].

Робоче місце і взаємне розташування всіх його елементів повинне відповідати антропометричним, фізичним і психологічним вимогам. Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця програміста повинні бути дотримані наступні основні умови: оптимальне розміщення устаткування, що входить до складу робочого місця і достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення.

Ергономічними аспектами проектування відеотермінальних робочих місць, зокрема, є: висота робочої поверхні, розміри простору для ніг, вимоги до того, як розташовані документи на робочому місці (наявність і розміри підставки для документів, можливість різного розміщення документів, відстань від очей користувача до екрану, документа, клавіатури і т.д.), характеристики робочого крісла, вимоги до поверхні робочого столу, можливість регулювання елементів робочого місця. Головними елементами робочого місця програміста є стіл і крісло. Основним робочим положенням є положення сидячи [32].

Робоча поза сидячи викликає мінімальне стомлення програміста. Раціональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок і постійність розміщення предметів, засобів праці і документації. Те, що потрібне для виконання робіт частіше, розташоване в зоні легкої досяжності робочого простору [32].

Моторне поле - простір робочого місця, в якому можуть здійснюватися рухові дії людини.

Максимальна зона досяжності рук - це частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, описуваними максимально витягнутими руками при русі їх у плечовому суглобі.

Оптимальна зона - частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, описуваними передпліччями при русі в ліктьових суглобах з опорою в точці ліктя із відносно нерухомим плечем.

Для комфортної роботи стіл повинен задовольняти наступним умовам:

- висота столу повинна бути вибрана з урахуванням можливості сидіти вільно, в зручній позі, при необхідності спираючись на підлокітники;
- нижня частина столу повинна бути сконструйована так, щоб програміст міг зручно сидіти, не був вимушений підтискати ноги;
- поверхня столу повинна володіти властивостями, що виключають появу відблисків в полі зору програміста;
- конструкція столу повинна передбачати наявність висувних ящиків (не менше 3 для зберігання документації, лістингів, канцелярських обладнань);
- висота робочої поверхні рекомендується в межах від 680 до 760 мм. Висота поверхні, на яку встановлюється клавіатура, повинна бути біля 650 мм.

Велике значення надається характеристикам робочого крісла. Так, висота сидіння над рівнем підлоги, що рекомендується, знаходиться в межах від 420 до 550 мм. Поверхня сидіння м'яка, передній край закруглений, а кут нахилу спинки - регульований.

Необхідно передбачати при проектуванні можливість різного розміщення документів: збоку від відеотерміналу, між монітором і клавіатурою і т.п. Крім того, у випадках, коли відеотермінал має низьку якість зображення, наприклад помітні мигтіння, відстань від очей до екрану роблять більше, ніж відстань від ока до документа. Взагалі при високій якості зображення на відеотерміналі

відстань від очей користувача до екрану, документа і клавіатури може бути рівною.

Положення екрану визначається [27, 32]:

- відстанню прочитування (600 – 700 мм);
- кутом прочитування, напрямом погляду на 20 градусів нижче горизонталі до центру екрану, причому екран перпендикулярний цьому напрямку.

Повинна також передбачатися можливість регулювання екрану:

- по висоті;
- по нахилу щодо вертикалі;
- в лівому і правому напрямках.

Велике значення також надається правильній робочій позі користувача. При незручній робочій позі можуть з'явитися болі в м'язах, суглобах і сухожиллях.

Вимоги до робочої пози користувача відеотерміналу наступні:

- голова не повинна бути нахилена більш ніж на 20 градусів;
- плечі повинні бути розслаблені;
- лікті — під кутом від 80 до 100 градусів;
- передпліччя і долоні рук — в горизонтальному положенні.

Причина неправильної пози користувачів може бути обумовлена наступними чинниками: відсутність хорошої підставки для документів, клавіатура знаходиться дуже високо, а документи — низько, нікуди покласти руки і кисті, недостатній простір для ніг, тощо.

В цілях подолання вказаних недоліків даються загальні рекомендації: пересувна клавіатура, повинні бути передбачені спеціальні пристосування для регулювання висоти столу, клавіатури і екрану, а також підставка для рук.

Істотне значення для продуктивної і якісної роботи на комп'ютері мають розміри знаків, густина їх розміщення, контраст і співвідношення яскравості символів і фону екрану. Якщо відстань від очей оператора до екрану дисплея складає від 60 до 80 см, то висота знаку повинна бути не менше 3мм, оптимальне співвідношення ширини і висоти знаку складає 3:4, а відстань між знаками — від

15 до 20 % їх висоти. Співвідношення яскравості фону екрану і символів - від 1:2 до 1:1.5 [30-32].

Під час роботи за комп'ютером медичні працівники радять встановлювати монітор на відстані від 50 до 60 см від очей. Фахівці також вважають, що верхня частина дисплея повинна бути на рівні очей або трохи нижче. Коли людина дивиться прямо перед собою, його очі відкриваються ширше, ніж коли він дивиться вниз. За рахунок цього площа огляду значно збільшується, викликаючи обезводнення очей. До того ж, якщо екран встановлений високо, а очі широко відкриті, порушується функція моргання. Це значить, що очі не закриваються повністю, не омиваються слізною рідиною, не одержують достатнього зволоження, що призводить до їх швидкої стомлюваності.

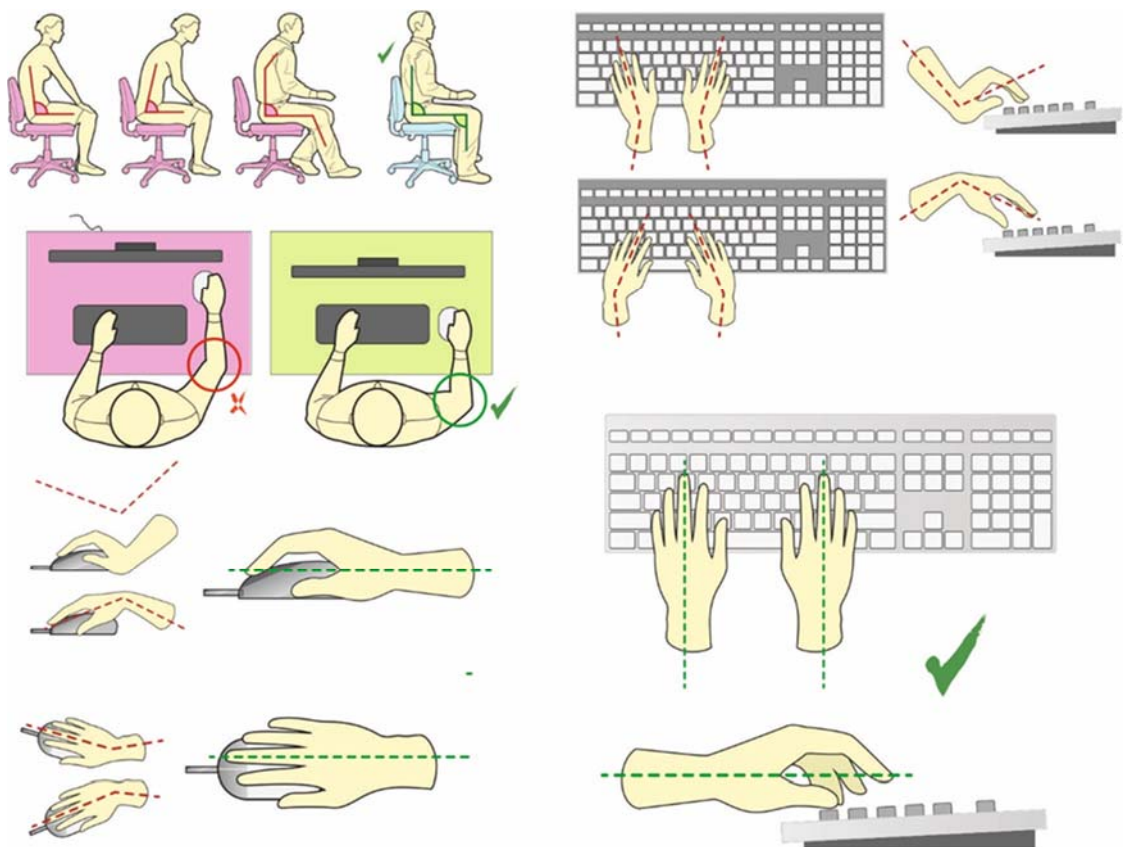


Рисунок 5.1 - Рекомендації щодо організації робочого місця [30-32]

Створення сприятливих умов праці і правильне естетичне оформлення робочих місць має велике значення як для полегшення праці, так і для підвищення його привабливості, позитивно впливаючої на продуктивність праці.

5.3 Вимоги до оператора електронно-обчислювальних машин

Пристаюючи до роботи, працівник повинен організувати робоче місце так, щоб все необхідне для роботи було під руками, легко доступним і щоб на робочому місці не виконувалися роботи, не пов'язані з конкретно поставленим завданням.

Під час роботи працівникам потрібно бути уважними, не відволікати свою увагу і увагу працівників від роботи.

Кількість символів або знаків, що обробляється в процесі роботи не повинна перевищувати 30 тисяч за 4 години роботи [32].

Для профілактики порушень і підтримки працездатності необхідно дотримуватися додаткових регламентованих перерв для відпочинку користувачів ПК. В період праці за дисплеєм необхідно передбачити через 40-45 хвилин роботи 3 та 5-хвилинні перерви для відпочинку. Середня сумарна тривалість праці за дисплеєм протягом дня не повинна перевищувати 4 години, а за тиждень — 20 годин[10].

На протязі робочого дня працівник повинен робити перерву на обід і додатково дві-три регламентовані перерви протягом 10 хвилин кожна.

Під час виконання трудового процесу у програмістів значно знижено загальну активність при локальній напрузі кистей рук. Для підтримки загального тону м'язів, а також профілактики кістково-м'язових порушень під час перерв рекомендується проводити гімнастичні вправи. Періодично рекомендується виконувати комплекс вправ для очей.

Під час роботи забороняється [27]:

- тримати на робочому столі легкозаймисті речовини;
- класти на монітори, системні блоки папери, книги, будь-які речі що закривають вентиляційні отвори;
- тримати над клавіатурою посуд з рідиною;
- виконувати переключення кабелів і шнурів при включеній системі;
- використовувати нештатні з'єднувальні шнури і кабелі;
- відкривати лазерні друкарки при ввімкнутій системі.

5.2 Висновки по розділу

У цьому розділі кваліфікаційної роботи розглянуті питання охорони праці, були визначені заходи щодо захисту співробітників у випадках, які б зашкодили їх життю або здоров'ю.

ВИСНОВКИ

1. Кваліфікаційна робота присвячена актуальній задачі удосконалення автоматизованої системи управління стендом «МетТерра» СГИТ 01-89-219, який призначений для випробування, виготовлених на металопрокатному стані сварних труб діаметром 89...219 мм на міцність і щільність. Система автоматичного управління револьвером подачі і скидання труб забезпечить подачу, точне позиціонування труби та скидання її у циклі гідровипробування труб.

2. За результатами аналізу технологічного процесу, структури об'єкта керування та вимог до його функціонування сформовані вимоги до апаратного забезпечення системи керування її функціонування та програмного забезпечення.

3. Розроблено структурну схему системи керування на підставі котрої з урахуванням вимог технологічного процесу обрані датчики та виконавчі пристрої системи керування. За результатами аналізу вимог до функціонування системи керування, датчиків та виконавчих пристроїв обрано пристрій керування VIPA та його модулі.

4. Розроблені схема автоматизації та схема принципова системи керування. Розроблена функціональна і електрична схема для промислового контролера VIPA 321 – 1ВН70 з модулем дискретного виведення VIPA 322 – 1ВF01. На підставі обраного апаратного забезпечення розроблено функціональну схему автоматизації системи керування та схему електричну принципову системи керування.

В якості об'єкта управління обрано проблемне місце старої системи управління револьвером подачі і скидання труб, для якої і проведена розробка підсистеми автоматичного управління. Вхідними параметрами є сигнали завдання управління для перетворювача частоти електродвигуна револьвера, вихідними параметрами об'єкту управління є швидкість обертів револьвера.

В результаті структурної ідентифікації встановлено, що об'єкт управління може бути представлений у вигляді аперіодичної ланки першого порядку. На

підставі передавальних функцій розроблені відповідні моделі об'єкта управління в середовищі імітаційного моделювання Simulink. Виходячи з цього, модель є адекватною і може бути використана для моделювання об'єкта управління і при проектуванні і перевірці роботи системи управління.

Кваліфікаційну роботу виконано повністю відповідно до теми і завдання, оформлено відповідно до нормативних документів і методичних рекомендацій.

Цілі, поставлені перед кваліфікаційною роботою, повністю виконані.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні рекомендації для студентів бакалаврів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Ткачов В.В., Бубліков А.В., Цвіркун Л.І., Проценко С.М., Бойко О.О., Славинський Д.В., .– Д.: «НГУ», 2016. – 27 с.
2. Бойко О.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з проектування систем автоматизації для студентів напрямку підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / О.О. Бойко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 109 с. – Режим доступу: <https://goo.gl/Ev6J4Z>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
3. Бойко О.О., Проценко С.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з програмування систем реального часу для студентів напрямків підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Комп'ютерна інженерія» / О.О. Бойко, С.М. Проценко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 168 с. – Режим доступу: <https://goo.gl/rBf8Zm>. – Назва з домашньої сторінки Інтернету.
4. Бойко О.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теорії автоматичного управління для студентів напрямку підготовки «Комп'ютерна інженерія» / Укл.: О.О. Бойко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 107 с.
5. Електроні йресурс: <https://metallobaza.dp.ua/uk/statti/188-pidsumki-ukrajinskoji-promislovosti-v-oblasti-vigotovlennya-metalevikh-trub-na-seredinu-2020-roku>
6. Електроні йресурс: <https://nmpp.interpipe.biz/about/about>
7. Електроні йресурс: <https://metterra.ru/industrial-equipment/stend-dlya-gidroispytaniy-truby/>
8. В.І. Сівко «Розрахунки з охорони праці»: Навчальний посібник. – Житомир.: ЖІТІ, 2001, –152с.
9. П.А. Долин. Основы техники безопасности в электроустановках – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. -448с.

10. С.П. Павлов. Охрана труда в радио- и электронной промышленности. М.: Радио и связь, 1985, -201с.
11. Техника безопасности и противопожарная техника в электро - радиоэлектронной промышленности. под редакцией И.И. Девяткина, М.: Энергия, 1969.
12. Охрана труда в приборостроении / под редакцией А.Г. Алексаняна, М.: Высшая школа, 1986.
13. Охрана труда в электроустановках. под редакцией Б.А. Князевского, М.: Энергия, 1977, -320 с.
14. Охрана труда/ Под ред. Б.А. Князевского – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1982. – 311 с.
15. Б.А. Князевский. Орана труда в электроустановках. Учебник для вузов. – М., Энергия, 1977 – 320 с.
16. Компания быстрого обслуживания «Сервис Металл» http://www.sermet.ru/metall/truba/341/132_624.
17. Новомосковский трубный завод, Совместное предприятие с ОАО «Казаньоргсинтез» <http://www.nmtz.ru/index.php?go=Page&id=43>.
18. Міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.003-74 (1999) ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
19. ДСН 3.3.6.042-99 „Державні санітарні норми параметрів мікроклімату” - К.: МОЗ України, 2000.
20. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
21. ДСТУ Б.А.3.2-12:2009. Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні. Загальні вимоги
22. ДНАОП 0.03-33.14-85. Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях.
23. Правила улаштування електроустановок Мінпаливвугілля України. – 2017 – 617с.
24. «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості на небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». № 528 - 2001.

25. Голінько В.І., Фрундін В.Ю. Охорона праці в галузі електротехніки та електромеханіки – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2011. – 235с
26. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями, затверджені наказом Мінсоцполітики від 14.02.2018 № 207.10. Охорона праці в галузі. Конспект лекцій для студентів Інституту електроенергетики. / Уклад. В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков. - Дніпропетровськ: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2013. – 86 с.
27. Методичні рекомендації з виконання заходів стосовно охорони праці при роботі з ПЕОМ та розрахунку освітлення у дипломних проектах студентів усіх спеціальностей/ Уклад. В.І. Голінько, В.Ю. Фрундін, Ю.І. Чеберячко, М.Ю. Іконніков. - Дніпропетровськ: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2013.- 12 с.
28. ДСанПіН 3.3.2-007-98 Державні санітарні правила і норми. Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин
29. ДСТУ 7234:2011 Дизайн і ергономіка. Обладнання виробниче. Загальні вимоги дизайну та ергономіки
30. ДСТУ 7950:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце під час виконання робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги.
31. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги
32. ДСТУ 3191-95 (ГОСТ 12 2.137-96) Обладнання для кондиціонування повітря та вентиляції. Загальні вимоги безпеки.
33. Методичні рекомендації до практичних занять з розрахунку промислової вентиляції з дисципліни «Охорона праці в галузі» та дипломного проектування для студентів усіх спеціальностей / В.І. Голінько, Я.Я. Лебедев, С.О. Алексеєнко, В.Г. Марченко. – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2013. – 34 с
34. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів (2375)

35. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою
36. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні
37. ДБН В.2.5-13-98*. Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд. Зі зміною № 1 (укр).
38. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Шифр документу	Примітка	
1			<u>Документація</u>				
2							
3	A4	KIBС.KBP.151.17.06.ПЗ	Пояснювальна записка		ПЗ		
4							
5			<u>Графічна частина</u>				
6							
7	A2	KIBС.KBP.151.17.06.E2	Функціональна схема				
8			автоматизації	1	E2		
9							
10	A2	KIBС.KBP.151.17.06.E3	Схема електрична				
11			принципова	1	E3		
12							
13	A4	KIBС.KBP.151.17.06.ПЕЗ	Перелік елементів	1	ПЕ		
14							
15	A4	KIBС.KBP.151.17.06.Д	Презентація		Д		
16							
17		KIBС.KBP.151.17.06.ВДЕ	Носій інформації	1	ВДЕ		
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
			Підп.	Дата	KIBС.KBP.151.17.06.ТП		
Зм.	Арк.	№ докум.					
Розробив		Щенко	25.05.21				
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						1	1
П. конс.					Національний ТУ «Дніпровська політехніка», ЕТФ, 151-17-1		
Н. контр.							
					Відомість проекту		

ВІДГУКИ КОНСУЛЬТАНТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ВІДГУК**на кваліфікаційну бакалавра по темі: «Автоматизація процесу управління гідравлічним випробуванням труб для прокатного стану», студента гр. 151-17-1 Іщенко Єгор Сергійович**

Завдання і зміст кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра відповідає основній меті – перевірці знань та ступеню підготовки студента за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. Оформлення пояснювальної записки та графічних матеріалів кваліфікаційної роботи виконано повністю відповідно до вимог стандартів та методичних рекомендацій.

Кваліфікаційна робота присвячена актуальній задачі удосконалення автоматизованої системи управління стандом «MetTerra» СГИТ 01-89-219, який призначений для випробування, виготовлених на металопркатному стані сварних труб діаметром 89...219 мм на міцність і щільність.

Метою є розробка підсистеми автоматичного управління револьвером подачі і скидання труб забезпечить подачу, точне позиціонування труби та скидання її у циклі гідровипробування труб.

Актуальність роботи полягає в тому, що система виконана відкритою і дозволяє здійснювати технічну і програмну модернізацію системи, а також забезпечує виконання наступних функцій: спостереження за роботою обладнання, зберігання інформації про стан обладнання, зв'язок з іншими системами.

Основними функціями системи є формування та реєстрування керуючого впливу який подається на об’єкт управління, реєстрування дійсного значення на виході об’єкта, візуалізація отриманих даних, та їх надання у зручному для подальшої обробки виді.

Візуалізація процесу управління відбувається за допомогою персонального комп’ютера з SCADA системою, яка дозволяє крім функцій управління виконувати функції дослідження об’єкта.

Згідно з аналізом об’єкта автоматичного керування, розроблена динамічна модель електромеханічної частини револьвером подачі і скидання труб.

В результаті структурної ідентифікації встановлено, що об'єкт управління може бути представлений у вигляді аперіодичної ланки першого порядку. На підставі передавальних функцій розроблені відповідні моделі об'єкта управління в середовищі імітаційного моделювання Simulink.

На підставі передавальних функцій розроблені відповідні моделі об'єкта управління в середовищі імітаційного моделювання Simulink. Модель об'єкта відповідає перевірочним даними на 98.8 %. Виходячи з цього, модель є адекватною і може бути використана для моделювання об'єкта управління і при проектуванні і перевірці роботи системи управління.

В рамках кваліфікаційної роботи виконано розрахунок основних економічних показників та вирішення питань з охорони праці.

Повнота та глибина вирішення поставлених завдань в кваліфікаційній роботі достатня.

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з професійною діяльністю фахівця спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Цілі, поставлені перед кваліфікаційною роботою, повністю виконані. ПЗ і графічна частина кваліфікаційної роботи виконана відповідно до вимог ГОСТ і ЕСКД, зауважень до проекту немає.

При виконанні кваліфікаційної роботи і ухваленні рішень проявлена висока міра самостійності, технічної грамотності.

Оцінки по розділах кваліфікаційної роботи - «_____».

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінку «_____», а студент привласнення освітнього рівня «бакалавр» в галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування.

Керівник кваліфікаційної роботи, _____ доц. Заславський О.М.

____.06.2021

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну бакалавра по темі: «Автоматизація процесу управління гідравлічним випробуванням труб для прокатного стану», студента гр. 151-17-1 Іщенко Єгор Сергійович

Завдання і зміст кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра відповідає основній меті – перевірці знань та ступеню підготовки здобувача вищої освіти за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. Оформлення пояснювальної записки та графічних матеріалів кваліфікаційної роботи виконано відповідно повністю до вимог стандартів та методичних рекомендацій.

Метою є розробка підсистеми автоматичного управління револьвером подачі і скидання труб забезпечить подачу, точне позиціонування труби та скидання її у циклі гідровипробування труб.

Згідно з аналізом об’єкта автоматичного керування, розроблена динамічна модель електромеханічної частини управління револьвером подачі і скидання труб

На підставі передавальних функцій розроблені відповідні моделі об’єкта управління в середовищі імітаційного моделювання Simulink. Модель об’єкта відповідає перевірочним даними на 98.8 %. Виходячи з отриманих результатів можливо зробити висновок, що модель відповідає об’єкту керування та може бути використана для подальшої розробки системи керування. Подальше вдосконалення моделі можливе у рамках більш детального аналізу впливів збурення.

Візуалізація процесу управління відбувається за допомогою персонального комп’ютера з SCADA системою, яка дозволяє крім функцій управління виконувати функції дослідження об’єкта.

В цілому кваліфікаційна робота ступеню бакалавра заслуговує оцінки “_____” балів при відповідному захисті, а здобувач Іщенко Є.С. присвоєння кваліфікації “бакалавр” за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”.

Рецензент, _____

_____.06.2021