

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КН

_____ Довбиш А. С.

_____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: «**Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5**»

(Дипломний проект)

Керівник проекту:

асистент кафедри комп'ютерних наук, секція КСУ

Панич А.О.

Дипломник:

студент групи СУ-71

Шоломій Є.С.

Суми 2021

ВІДОМІСТЬ ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№. екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання на проект	2		
			<u>Новорозроблена</u>			
2	A4		Технічне завдання	3		
3	A4		Реферат	1		
4	A4	СУ-71 .6.151.19 ПЗ	Пояснювальна записка	55		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Застосована</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A3	СУ-71. 6.151.19 ЕЗ	Схема живлення щита керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5. Схема електрична принципова.	3		
6	A2x4	СУ-71.6.151.19 С2	Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5. Схема автоматизації функціональна	1		
7	A3, A4	СУ-71.6.151.19 СБ	Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5. Збіркове креслення	3		

					<i>СУ-71.6.151.19 ДП</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Шоломій Є.С.</i>			Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5 Відомість проекту	<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Панич А.О.</i>						1
<i>Реценз.</i>						СумДУ СУ-71		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Довбиш А.С.</i>						

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____Довбиш А.С.

_____2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Шоломій Єлизаветі Сергіївні

1 Тема проекту: Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5

Затверджено наказом ректора університету

№ 0185-VI від "14" квітня 2021р.

2 Термін здачі студентом закінченого проекту "21" травня 2021 р.

3 Вихідні дані до проекту: стандарти ЄСКД, ДСТУ, звіт з переддипломної практики, науково-технічні публікації, статті, каталоги електротехнічної продукції та каталоги автоматизації, технічна документація на засоби автоматизації, літературні джерела з описом технологічного процесу роботи насосного агрегату і сфери його застосування.

4 Зміст пояснювальної записки:

4.1 Сфери застосування та технологічна характеристика роботи насосного агрегату АПЕ 580-185-5.

4.2 Алгоритм роботи автоматизованої системи керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5.

4.3 Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5.

5 Перелік графічних матеріалів: 13 рисунків, 10 таблиць.

6 Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз джерел інформації.	15.04.21-25.04.21
2	Опис об'єкту керування, його роботи	26.04.21-01.05.21
3	Вибір елементів автоматизованої системи керування	02.05.21-05.05.21
4	Розробка конструкторської документації	06.05.21-11.05.21
5	Компонування та оформлення текстової частини пояснювальної записки	12.05.21-17.05.21
6	Оформлення пояснювальної записки дипломного проекту. Надання проекту керівнику для перевірки	18.05.21-21.05.21

7 Дата видачі завдання “15” квітня 2021 р.

Керівник проекту:

асистент кафедри комп'ютерних наук, секція КСУ

Панич А. О.

До виконання прийняв:

студент-дипломник групи СУ-71

Шоломій Є.С.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на проектування автоматизованої системи керування насосним агрегатом
АПЕ 580-185-5

Розробник:

студент групи СУ-71

Шоломій Є.С.

Погоджено:

керівник проекту

асистент кафедри комп'ютерних наук, секція КСУ

Панич А.О.

Суми 2021

1. *Назва і галузь застосування:* автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5; енергетика.

2. *Підстави для проектування:* Наказ ректора Сумського державного університету № 0543.ІІІ від 26.04.2021.

3. *Мета і призначення проекту:* розробити автоматизовану систему керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5, яка дозволить керувати процесом живлення водою з температурою 165 °С стаціонарних парових котлів, контроль параметрів насосного агрегату та захист обладнання та обслуговуючого персоналу.

Для досягнення поставленої мети необхідно розробити технічну документацію: функціональну схему автоматизації, збіркове креслення щита керування; розробити алгоритми керування роботою насосного агрегату.

4 *Джерела розроблення:* конструкторська документація, отримана під час проходження виробничої та переддипломної практик, стандарти ЕСКД, ДСТУ, матеріали аналізу існуючих систем керування насосними агрегатами.

5 *Режим роботи об'єкта:* Автоматизована система керування насосним агрегатом забезпечує роботу агрегату в трьох режимах керування:

- «Робочий»;
- «Резервний»;
- «Ремонтний».

У «робочому» режимі керування агрегат знаходиться в плановій експлуатації. В даному режимі керування забезпечується виконання комплексу всіх передпускових перевірок і підготовки обладнання, пуску, контроль роботи та зупинка агрегату.

6 *Умови експлуатації автоматизованої системи керування:* насосний агрегат розрахований для експлуатації в кліматичному виконанні УХЛ, категорії розміщення 4.

Діапазон робочих температур автоматизованої системи управління – від 0 до +60 °С, живлення шафи керування – 220 В; частота – 50 Гц; живлення контролера – 24 В, 50 Гц; живлення модулів вводу/виводу сигналів – 24 В, 50 Гц; живлення панелі оператора – 24 В, 50 Гц.

7 *Технічні вимоги:* ДСТУ 21.404 – 85. Автоматизація технічних процесів, ДСТУ 12.2.016 – 81. Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

8. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз джерел інформації.	15.04.21 -25.04.21
2	Виконати опис об'єкту керування	26.04.21-01.05.21
3	Розробити структуру системи керування. Виконати вибір елементів системи керування	02.05.21-05.05.21
4	Розробити конструкторську документацію	06.05.21-11.05.21
5	Скомпонувати та оформити текстову частину пояснювальної записки	12.05.21-17.05.21
6	Оформити дипломний проект. Здати дипломний проект керівнику для перевірки.	18.05.21-21.05.21

8 Додатки:

- Додаток А. Перелік параметрів, механізмів, що підлягають контролю, індикації, сигналізації.
- Додаток Б. Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5. Перелік елементів.
- Додаток В. Фрагмент прикладної програми ПЛК.

РЕФЕРАТ

Шоломій Єлизавета Сергіївна. Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2021 р.

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, яка містить 55 сторінок текстового матеріалу, 13 рисунків, 10 таблиць та конструкторської документації (3 креслення).

Робота містить 3 креслення: збіркове креслення щита керування (3 аркушів форматів А3, А4), схема електрична принципова живлення щита керування (3 аркуші формату А3), функціональна схема автоматизованої системи керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5 (1 аркуш формату А2х4).

У проекті розглянуті сфери застосування насосів в промисловості, зокрема в енергетиці. Розглянута робота насосного агрегату АПЕ 580-185-5. Розроблена автоматизована система керування насосним агрегатом, наведений опис елементів автоматизованої системи керування, датчиків температури, тиску, вібрації. Вказані алгоритми роботи автоматизованої системи керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5, умови спрацювання попереджувальної сигналізації та аварійного вимкнення насосного агрегату.

Ключові слова: живильний насос, насосний агрегат, автоматизована система керування, ПЛК, щит керування.

ABSTRACT

Sholomiy Elyzaveta Serhiivna. The control system of the APE 580-185-5 automatic pump unit. Degree project. Sumy State University. Sumy, 2021 .

The qualification work consists of an explanatory note, which contains 55 pages of text material, 13 figures, 10 tables and design documentation (3 drawings).

The work contains 3 drawings: assembly drawing of the control panel (3 sheets of A3, A4 formats), electrical circuit diagram of the control panel (3 sheets of A3 format), functional diagram of the automation system of the pump unit APE 580-185-5 (1 sheet of A2x4 format).

The paper considers the areas of application of pumps in industry, in particular in energy. The operation of the pump unit APE 580-185-5 is considered. The automated control system of the pump unit is developed, the description of elements of the automated control system, sensors of temperature, pressure, vibration is resulted. Algorithms of operation of the automated control system of the pump unit are specified APE 580-185-5, conditions of operation of the warning alarm system and emergency shutdown of the pump unit.

Key words: feed pump, pump unit, automated control system, PLC, control panel.

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5

Керівник проекту:

асистент кафедри комп'ютерних наук, секція КСУ

Панич А.О.

Дипломник:

студент групи СУ-71

Шоломій Є.С.

Суми 2021

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБ'ЄКТУ	5
1.1 Галузі застосування насосних агрегатів	5
1.1.1 Робота теплової енергетичної станції.....	5
1.2 Склад і робота насосного агрегату АПЕ 580-185-5.....	10
1.2.1 Живильний насос ПЕ 580-185-5.....	10
1.2.2 Двигун Hyusung HSWC 5600	12
1.2.3 Гідромуфта Voith Turbo 682 SVNЛ 33G	13
1.2.4 Маслоустановка.....	14
РОЗДІЛ 2 РОБОТА НАСОСНОГО АГРЕГАТУ АПЕ 580-185-5	16
2.1 Режими роботи живильного насосу ПЕ 580-185-5.....	16
2.2 Управління роботою НА АПЕ 580-185-5	16
2.3 Контури управління	20
2.3.1 Контур управління температурою підшипників двигуна	20
2.3.2 Контур управління тиском рідкого мастила в кінці масляної лінії насоса.....	21
2.3.3 Контур управління вібрацією підшипників насоса.....	23
3 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ НАСОСНИМ АГРЕГАТОМ АПЕ 580-185-5	25
3.1 Робота автоматизованої системи керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5	25
3.2 Апаратний склад системи керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5	25
3.2.1 Блоки живлення шафи керування.....	26
3.2.2 Програмований логічний контролер.....	27
3.2.3 Система вводу-виводу сигналів	29
3.2.4 Панель оператора щита керування	32
3.3 Щит керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5	35
3.4 Програмне забезпечення автоматизованої системи керування	35
ВИСНОВОК	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	38
Додаток А Перелік параметрів, механізмів, що підлягають контролю, індикації, сигналізації.....	40
Додаток Б. Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5. Перелік елементів ..	47
Додаток В Фрагмент прикладної програми ПЛК.....	50

					СУ-71.6.151.19 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Шоломій Є.С.			Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5 Пояснювальна записка			Лім.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Панич А.О.							2	55
Реценз.								СумДУ СУ-71		
Н. Контр.										
Затверд.		Довбиш А. С.								

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСК – автоматизована система керування;
АВР – автоматичний ввід резерву;
БЖ – блок живлення;
ДБЖ – джерело безперебійного живлення;
НА – насосний агрегат;
АПЕ – агрегат живильний електронасосний;
ПЕ – живильний електронасос;
КУ – контур управління;
СК – система керування;
АСК – автоматизована система керування;
ЩК – щит керування;
МЩК – місцевий щит керування
БЩК – блочний щит керування
ПЛК – програмований логічний контролер;
ОЗП – оперативний запам'ятовуючий прилад;
ОП – панель оператора;
ПК – персональний комп'ютер;
ЄСКД – єдина система конструкторської документації;
КД – конструкторська документація;
ТЗ – технічне завдання;
ТЕС – теплова електрична станція;
АЕС – атомна електрична станція;
КЕС – конденсаційна електрична станція;
ТЕЦ – теплоелектроцентраль;
ГМ – гідромуфта;
СКЗ – середньоквадратичне значення;
НСХ – номінальна статична характеристика;
УХЛ – макрокліматичний район з помірним і холодним кліматом;
НМІ – людино-машинний інтерфейс;
ККД – коефіцієнт корисної дії;
в т.ч. – в тому числі;
МЕ – Machine Edition.

					СУ-71.6.151.19 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Необхідність поліпшення показників роботи, підвищення показників надійності роботи насосного обладнання є однією з найважливіших задач енергетики.

Ефективним засобом для вирішення цього завдання є автоматизація основних технологічних процесів в атомній та тепловій енергетиці.

Одним з головних елементів будь-якої електростанції є живильний насосний агрегат, який є серцем всього комплексу і саме він перекачує воду в котел для подальшого видобування енергії. Ось чому автоматизація роботи насосних агрегатів для АЕС та ТЕС, підвищення ефективності та надійності їх роботи є важливою задачею.

Метою дипломного проекту є розробка автоматизованої системи керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5, яка має володіти оптимальними технічними показниками, високою надійністю та простим інтерфейсом керування.

Для вирішення питань контролю та автоматизації, у дипломному проекті передбачено використання різноманітних датчиків, виконавчих та допоміжних механізмів.

В даній роботі наводиться опис живильного агрегату та його роботи, апаратної частини автоматизованої системи керування, алгоритмів роботи системи керування насосним агрегатом.

Метою створення АСК є:

- ефективне керування агрегатом і допоміжним обладнанням в усіх режимах експлуатації, що передбачаються технологічною схемою енергоблоку;
- забезпечення можливості автоматичної підтримки заданого значення напору шляхом зміни частоти обертання вторинного валу гідromуфти і ротора насосу;
- підвищення безпеки роботи агрегату;
- підвищення надійності роботи агрегату;
- підвищення комфортності роботи оперативного та обслуговуючого персоналу;
- інформаційне забезпечення даними про поточні параметри агрегату, причини відмов.

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

РОЗДІЛ 1 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБ'ЄКТУ

1.1 Галузі застосування насосних агрегатів

Сфери застосування насосів надзвичайно різноманітні. Насоси і насосне устаткування використовується для перекачування рідини у всіх сучасних промислових виробництвах, насоси забезпечують водою і теплом величезні мегаполіси, відкачують промислові і комунальні стоки, насоси працюють скрізь, де необхідно створити енергію потоку, часто нагадуючи своєю значущістю серце живого організму.

Саме насоси доставляють в приміщення воду, підтримують функціональність опалювальних систем. Найважливіша роль насосів стає очевидна, якщо в роботі насосного устаткування виникають збої, що відразу приводить до відсутності гарячого, холодного водопостачання, істотного зниження температури повітря під час опалювального сезону. Сучасні насоси незалежно від їх призначення повинні відрізнятися неперевершеною надійністю.

Нижче перелічені сфери застосування насосів:

- харчова промисловість;
- легка промисловість;
- машинобудування та металообробка;
- деревообробна та целюлозно-паперова промисловість;
- нафтохімічна промисловість;
- хімічна промисловість;
- металургія;
- обробна промисловість;
- видобувна промисловість;
- житлово-комунальне господарство;
- будівництво;
- рибне господарство;
- сільське господарство;
- енергетика.

1.1.1 Робота теплової енергетичної станції

Важко уявити собі сучасне життя людини без електроенергії, опалення та гарячого

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						5
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

водопостачання. Вироблення електроенергії та тепла відбувається на ТЕС та ТЕЦ. Розглянемо їх роботу та роль живильного насосу у процесі вироблення електроенергії.

Теплова електростанція – це електростанція, в якій теплова енергія перетворюється на електричну. Як правило, вода нагрівається до пари, яка використовується для приводу електричного генератора. Після проходження через турбіну пара конденсується в паровому конденсаторі і направляється туди, де вона нагрівалася. Це відомо як цикл Ренкіна. Найбільша різниця в конструкції теплових електростанцій зумовлена різними джерелами тепла: використовуються вугілля, природний газ, біопаливо та відходи для спалювання. Деякі теплові електростанції також призначені для виробництва тепла для промислових цілей, для централізованого опалення або опріснення води, на додаток до виробництва електроенергії.

Загальна схема функціонування ТЕС (рис.1.1) відображає послідовність перетворення одних видів енергії в інші (енергія викопного палива перетворюється на електричну енергію) та використання робочого тіла (вода, пара) в циклі теплової електростанції. Паливо (вугілля, газ, мазут) згоряє в котлі, нагріває воду і перетворює її на пару. Пара подається в турбіни, які перетворюють теплову енергію пари в механічну енергію і приводять в дію генератори, виробляючи електроенергію [1].

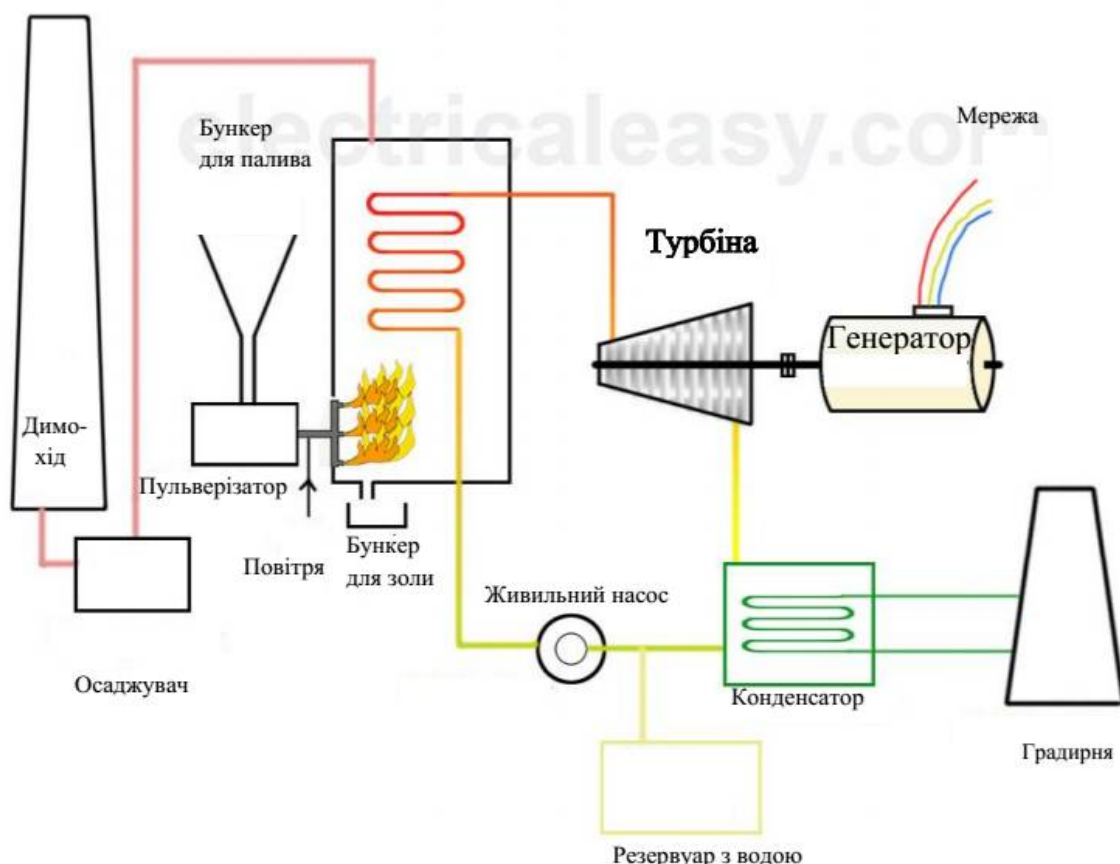


Рисунок 1.1 – Схема функціонування ТЕС

					СУ-71.6.151.19 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Нагрівання живильної води

Живильна вода, що використовується в паровому котлі, є засобом передачі теплової енергії від спалюваного палива до механічної енергії обертової парової турбіни. Загальна кількість живильної води складається з рециркуляційної конденсатної води та очищеної додаткової води, яка подається в контур живильної води ТЕС для компенсації втрат води. Оскільки металеві матеріали, з якими контактує живильна вода, можуть піддаватися корозії при високих температурах і тиску, вода для контуру живлення перед використанням сильно очищується. Система пом'якшувачів води та іонообмінних демінералізаторів робить воду настільки чистою, що вона стає електричним ізолятором з провідністю в діапазоні 0,3–1,0 мікросімен на сантиметр. Витрата живильної води на установці потужністю 280 МВт становить близько 160 л/с (живильний насос призначений для того, щоб перекачувати воду, що відводиться з конденсатора блоку ТЕС, компенсувати невеликі втрати від витоків пари в системі та подавати воду знову до парового котла).

Кругообіг живильної води починається з конденсатної води, яка відкачується з конденсатора після проходження через парові турбіни. Швидкість потоку конденсату при повному навантаженні на установці потужністю 280 МВт становить близько 160 л/с.

Вода стискається у два етапи і протікає через серію з шести або семи проміжних водонагрівачів, що нагріваються в кожній точці парою, яка надходить з відповідних каналів на турбінах, збільшуючи температуру на кожній стадії. Як правило, в середині цієї серії нагрівачів живильної води, а також перед другою стадією стиснення, конденсат плюс підпірна вода протікає через деаератор, який видаляє розчинене повітря з води, додатково очищаючи та зменшуючи її корозійну активність. Вода може бути дозована після цього пункту гідразином, хімічною речовиною, яка видаляє залишок кисню у воді до рівня менше ніж 5 частин на мільярд. Також вона дозується речовинами для контролю рН, такими як аміак або морфолін, щоб зберегти залишкову кислотність низькою і, отже, не піддати обладнання корозії.

Конденсатор конденсує пару з вихлопних газів турбіни в рідину, щоб забезпечити її перекачування. Якщо конденсатор можна зробити холоднішим, тиск вихлопної пари зменшується, а ефективність циклу зростає.

Турбінний генератор складається з серії парових турбін, з'єднаних між собою, і генератора на загальній шахті. Зазвичай на одному кінці розташована турбіна високого тиску, за нею йде турбіна середнього тиску і, нарешті, одна, дві або три турбіни низького тиску та генератор. Коли пара рухається по системі і втрачає тиск та теплову енергію, вона розширюється в об'ємі, що вимагає збільшення діаметра та довших лопатей на кожному

					СУ-71.6.151.19 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наступному етапі для вилучення решти енергії. Вся маса, що обертається, може становити понад 200 тонн і довжину 30 м. Турбіна настільки важка, що її потрібно постійно обертати, навіть коли вона вимкнена (при 3 об/хв), щоб вал не схилився і не втратив балансування. Це настільки важливо, що це лише одна з шести функцій, покладених на аварійні акумулятори. (Інші п'ять - аварійне освітлення, зв'язок, сигналізація станцій, система ущільнень генератора та мастило для турбогенератора.)

Для типової електростанції кінця 20 століття перегрітий пар з котла подається через трубопровід діаметром 14-16 дюймів (360-410 мм) при тиску 17 МПа (160 атм.) і температурі 540 ° С до турбіни високого тиску, де тиск знижується до 4,1 МПа (до 41 атм.), а температура знижується до 320 ° С. Пара виходить через лінії холодного розігріву діаметром 610–660 мм і повертається назад у котел, де пара нагрівається в спеціальних підвісних трубках для повторного нагрівання до температури 540 ° С. Гаряча пара для нагрівання подається до турбіни середнього тиску, де вона зменшує як свою температуру, так і свій тиск, і виходить безпосередньо до турбін низького тиску з довгими лопатками і, нарешті, виходить до конденсатора.

Генератор, як правило, близько 2,7 м у довжину і 3,7 м у діаметрі, містить стаціонарний статор і обертовий ротор, кожен з яких містить мідні провідники. В процесі роботи він генерує до 21000 ампер при 24000 вольт змінного струму, оскільки він обертається при 3000 або 3600 об/хв, синхронізовано з електромережею. Ротор обертається в герметичній камері, охолоджуваній газоподібним воднем, вибраний завдяки тому, що він має найвищий відомий коефіцієнт тепловіддачі серед будь-якого газу та за низької в'язкості, що зменшує втрати. Ця система вимагає особливого поводження під час запуску, коли повітря в камері спочатку витісняється вуглекислим газом перед наповненням воднем. Це гарантує, що не створюється сильно вибухонебезпечне воднево-кисневе середовище.

Частота електромереж становить 60 Гц у Північній Америці та 50 Гц у Європі, Океанії, Азії (Корея та деякі частини Японії є винятками) та частині Африки. Бажана частота впливає на конструкцію великих турбін, оскільки вони високо оптимізовані для однієї конкретної швидкості.

Електроенергія надходить у розподільчий двір, де трансформатори підвищують напругу для передачі до місця призначення.

Паротурбінні генератори мають допоміжні системи, що дозволяють їм працювати задовільно та безпечно. Генератор парової турбіни, будучи обертовим обладнанням, зазвичай має важкий вал великого діаметру. Отже, вал вимагає не тільки опор, але і повинен утримуватися в положенні під час роботи. Щоб мінімізувати опір тертя обертанню,

					СУ-71.6.151.19 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вал має ряд підшипників. Оболонки підшипників, в яких обертається вал, облицьовані матеріалом з низьким тертям, таким як метал Баббіта. Масляне змащення забезпечується для подальшого зменшення тертя між валом і поверхнею підшипника та обмеження теплоти, що виробляється.

Енергоефективність звичайної теплової електростанції визначається як електроенергія, яка продається, у відсотках від теплової вартості палива.

Газова турбіна простого циклу досягає ефективності перетворення енергії від 20 до 35%. Теплові електростанції на вугільній основі працюють з ефективністю від 35 до 38%, а сучасні електростанції на викопному паливі – з ефективністю до 45%. Комбіновані циклічні системи можуть досягати вищих значень. Як і у всіх теплових двигунів, їх ефективність обмежена і регулюється законами термодинаміки.

Ефективність Карно диктує, що вища ефективність може бути досягнута за рахунок підвищення температури пари. Електростанції з викопним паливом з критичним тиском можуть досягти ефективності 36–40%. Надкритичні конструкції мають ефективність в діапазоні від низьких до середніх 40%, при цьому нові "надкритичні" конструкції і багатоступеневе повторне нагрівання досягають 45-48% ефективності.

Пряма вартість електричної енергії, виробленої тепловою електростанцією, є результатом витрат на паливо, капітальних витрат на станцію, праці оператора, обслуговування та таких факторів, як утилізація золи (витрати на екологічні питання). Непрямі соціальні або екологічні витрати, такі як економічна цінність впливу на навколишнє середовище, або наслідки для навколишнього середовища та здоров'я людини та виведення з експлуатації установок, зазвичай не відносяться до витрат на виробництво теплових станцій на практиці комунальних послуг, але можуть становити частину впливу на екологію, що також дуже важливо.

Енергія теплової електростанції, яка не використовується для виробництва електроенергії, повинна залишати станцію у вигляді тепла в навколишнє середовище. Це відпрацьоване тепло може проходити через конденсатор і утилізуватися з охолоджуючою водою або в градирнях. Якщо відпрацьоване тепло замість цього використовується для централізованого опалення, це називається когенерацією. Важливим класом теплових електростанцій є той, що пов'язаний з опрісненням води; вони зазвичай зустрічаються в пустельних країнах з великими запасами природного газу, і на цих заводах виробництво прісної води та електроенергії є не менш важливими супутніми продуктами.

					СУ-71.6.151.19 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Склад і робота насосного агрегату АПЕ 580-185-5

НА АПЕ 580-185-5 призначений для подачі води в парові котли стаціонарного типу теплоенергетичних блоків, що застосовуються на ТЕЦ, ТЕС, а також в котельні і парогенераторні установки.

До складу НА входять:

- насос ПЕ 580-185-5;
- двигун Hyusung HSWC 560;
- гідромурфта Voith Turbo 682 SVNL 33G;
- маслоустановка.

На рис. 1.2 показана структурна схема НА АПЕ 580-185-5 (маслоустановка не показана).

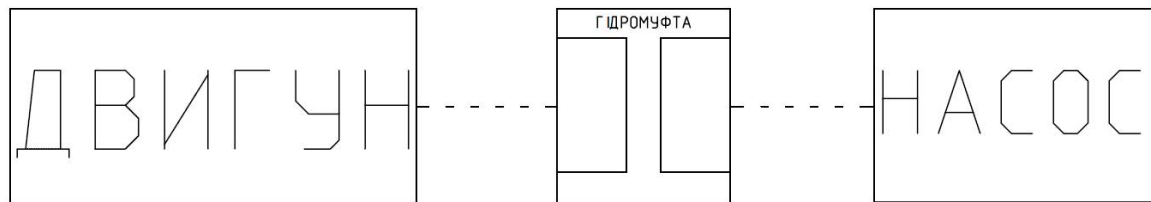


Рисунок 1.2 – Структурна схема насосного агрегату АПЕ 580-185-5

1.2.1 Живильний насос ПЕ 580-185-5

Горизонтальний відцентровий секційний багатоступеневий двокорпусний насос з одностороннім розташуванням робочих коліс призначений для подачі живильної води з температурою до 165 °С в барабанні і прямоточні стаціонарні парові котли з тиском пари до 14 МПа.

Ущільнення валу - торцеве. Тиск на вході до 10 кгс/см². Подача насосу – 580 м³/год. Насос може експлуатуватися як з гідромурфтою, так і без неї.

Основні характеристики насосу ПЕ 580-185-5 наведені нижче.

Зовнішній вигляд насосу ПЕ 580-185-5 наведений на рис. 1.3, вид насосу у розрізі – на рис. 1.4.

					СУ-71.6.151.19 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

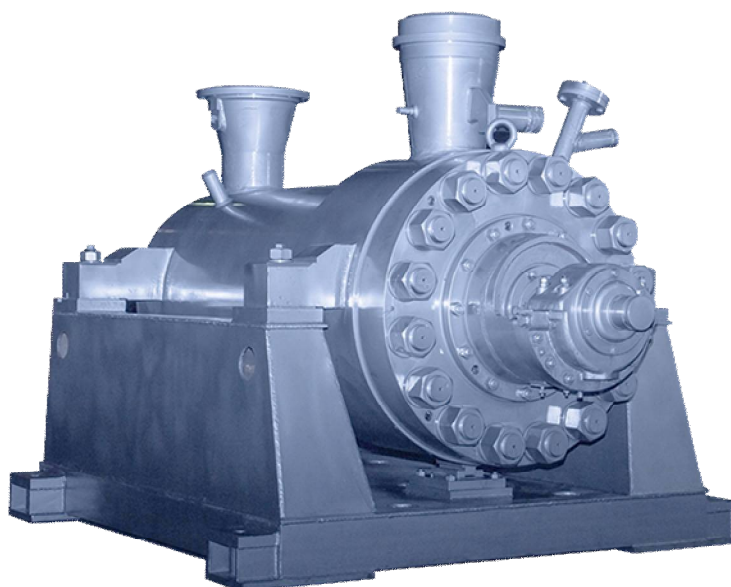


Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд насосу ПЕ 580-185-5 [17].

Характеристики насосу ПЕ 580-185-5

Насос: ПЕ 580-185-5
Група: Живильні насоси
Подача: 580 м³/год
Напір: 2030 м.в.ст.
Оберти: 2985 об./хв.
Маса: 10590 кг.
Габарити: 9240x2000x2130

синхронна частота обертання, об./хв.	3000;
напруга живлення, В	6000;
номінальний коефіцієнт потужності $\cos \varphi$	0.91;
номінальний коефіцієнт корисної дії, %	97,2;
кратність пускового струму, не більше	7,0;
кратність максимального моменту, не більше	7,0.

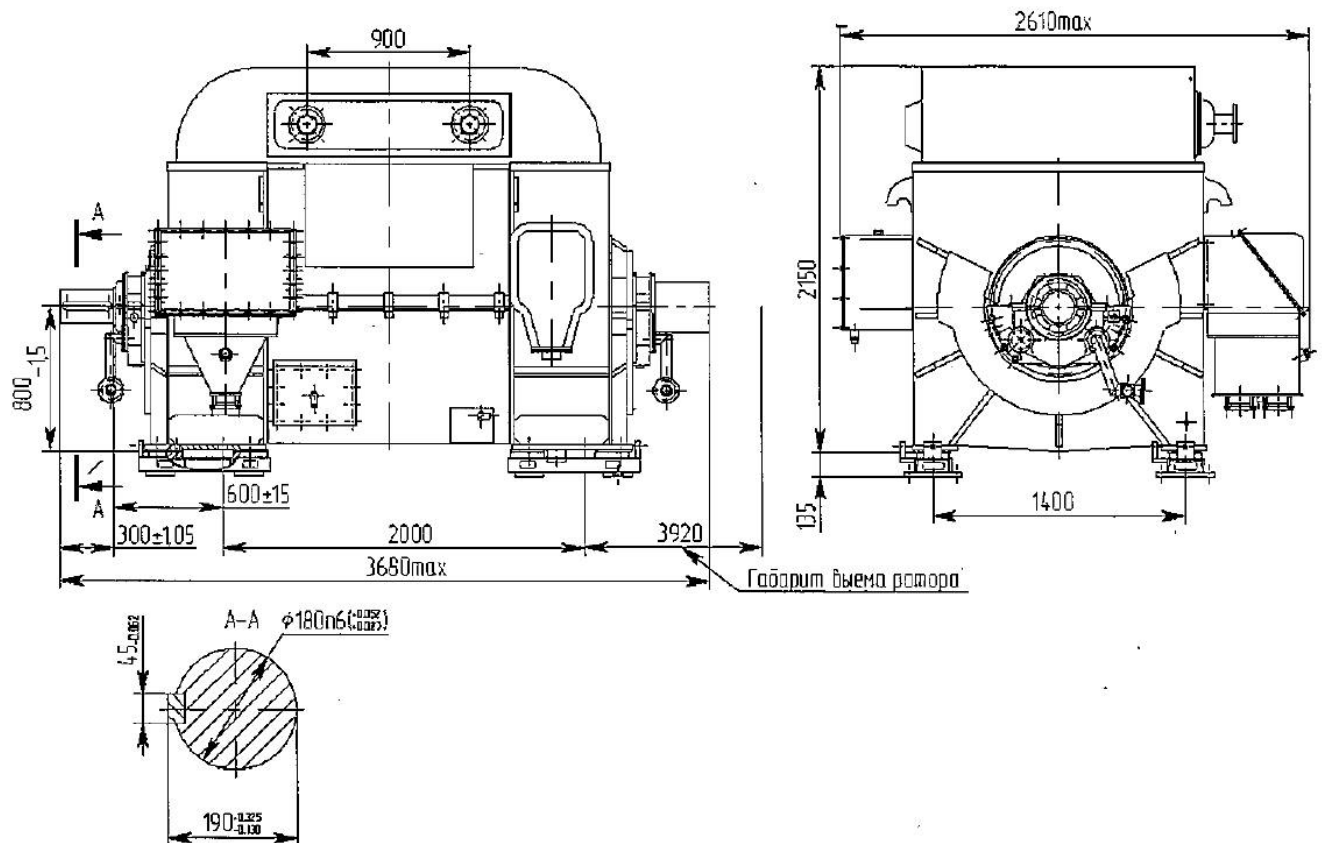


Рисунок 1.5 – Габаритні розміри двигуна Hyusung HSWC 5600.

1.2.3 Гідромуфта Voith Turbo 682 SVNL 33G

Застосована гідромуфта дозволяє виконувати передачу енергії, яка надходить від двигуна, за рахунок динамічних сил потоку рідини, що циркулює в замкненій робочій порожнині між колесом насоса на первинному валу і аналогічним колесом турбіни на вторинному валу.

Застосування гідромуфти Voith Turbo 682 SVNL 33G у НА АПЕ 580-185-5 дозволяє досягнути таких результатів:

										Арк.
										13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-71.6.151.19 ПЗ					

- регулювання частоти обертання забезпечує кращий ККД в режимі часткового навантаження порівняно з дросельним регулюванням, знижується знос дросельних органів;
- висока швидкість реакції і точність регулювання;
- передача великих сил за рахунок гідродинамічної енергії рідини практично без зносу частин;
- щадний режим роботи для приводного двигуна і матеріалу частин за рахунок плавного прискорення робочої машини навіть при дуже великій маховій масі;
- надійне виконання з довгим терміном служби і високим коефіцієнтом технічного використання, просте техобслуговування;
- відсутність механічного зв'язку між приводною і робочою машиною під час експлуатації;
- демпфування крутильних коливань і ударів [5].

1.2.4 Маслоустановка

Маслоустановка призначена для маслозабезпечення і охолодження підшипників насосних агрегатів.

Маслоустановка виготовляється в кліматичному виконанні УХЛ, категорія розміщення 4, в атмосфері типу II.

Маслоустановка складається з наступних основних механізмів:

- бака масляного з тенном;
- агрегатів електронасосних 7НМ-32-1 (маслонасосів) - (2 шт.);
- теплообмінника повітряного охолодження АС-LN8S / 1.3 / F / В / 1;
- фільтрів масляних - (2 шт.);
- трубопроводів обв'язки, комплекту арматури;
- засобів вимірювальної техніки.

Маслоустановка працює за таким принципом.

З бака масло подається насосом через маслофільтр і апарат повітряного охолодження до підшипників насоса і двигуна. З підшипників масло зливається в бак. Можлива робота маслосистеми і без апарату повітряного охолодження [8].

У маслоустановці передбачені два маслонасоса, один - робочий, один - резервний. Пуск робочого маслонасосу здійснюється при рівні масла в маслобаку $> \min$, але $< \max$.

Якщо температура масла в маслобаку $< 30^\circ\text{C}$ повинен автоматично включитися

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електронагрівач. Електронагрівач автоматично відключається при температурі масла ≥ 35 °С.

При пуску насоса маслоустановки повинен контролюватися набір тиску на виході робочого маслонасоса (Н1 або Н2) $> 0,18$ МПа ($> 1,8$ кгс/см²), який повинен відбутися протягом 5 секунд після включення магнітного пускача.

При наборі тиску за заданий час роботи (< 5 с) маслонасосів маслоустановка вважається успішно ввімкненою. При не наборі тиску за заданий час роботи (5 с) маслонасосів маслонасос вважається несправним, повинен бути виконаний АВР насоса маслоустановки, а також виконана попереджувальна сигналізація «Несправність маслонасоса Н1 або Н2».

При несправності двох маслонасосів видається сигнал «Аварія маслонасосів».

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						15
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 2 РОБОТА НАСОСНОГО АГРЕГАТУ АПЕ 580-185-5

2.1 Режими роботи живильного насосу ПЕ 580-185-5

Насос ПЕ 580-185-5 та насосний агрегат АПЕ 580-185-5 на його основі працює в таких режимах:

- «Робочий»;
- «Резервний»;
- «Ремонтний».

Режим керування «Робочий».

Режим керування, при якому агрегат знаходиться в плановій експлуатації. У даному режимі керування забезпечується виконання комплексу всіх передпускових перевірок і підготовки устаткування, пуску, контролю роботи, а також зупинка агрегату.

Режим керування «Резервний».

Режим керування, при якому агрегат знаходиться в «резерві» (готовності до негайного пуску від команди АВР). Даний режим керування відрізняється від «Робочого» режиму комплексом передпускових перевірок і підготовки. В процесі роботи режими керування «Робочий» і «Резервний» ідентичні.

Режим керування «Ремонтний»

Режим керування, при якому заборонений пуск агрегату. Даний режим призначений для проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування і тестової перевірки систем агрегату. У даному режимі можливе ручне керування механізмами агрегату.

Даний режим включає наступні два підрежими:

- кнопкове керування, забезпечує роздільне керування кожним електромеханізмом насосного агрегату з МЦК за допомогою кнопок;
- тестове керування, забезпечує можливість перевірки функціонування приводу черпака гідромуфти, перевірку попереджувальної і аварійної сигналізації, спрацьовування захисту [1].

2.2 Управління роботою НА АПЕ 580-185-5

Підготовка агрегату до пуску повинна здійснюватися відповідно до керівництва з експлуатації на насос, двигун, гідромуфту, а також керівництва з експлуатації МЦК, де вказані об'єм і послідовність виконання операцій обслуговуючим персоналом.

Перед пуском агрегату повинні бути виконані наступні умови:

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- засувка на вході в насос відкрита;
- необхідний надкавітаційний напір на вході NPSHR (запас кавітації $\Delta h_{\text{доп}}$, що допускається) - 9 м;
- засувка на виході з насоса закрита. При пуску зі стану агрегату в резерві і наявності протитиску в напірному колекторі, що забезпечує роботу насоса в робочій зоні характеристики, засувка на виході з насоса відкрита;
- вентилі на лінії рециркуляції відкриті;
- забезпечена подача конденсату на охолодження термобар'єрів насоса з тиском від 0,098 до 0,588 МПа (від 1 до 6 кгс/см²) і температурою не більше 30 °С;
- забезпечена подача води, що охолоджує, на повітроохолоджувачі двигуна з тиском від 0,5 до 0,6 МПа (від 5 до 6 кгс/см²) і температурою не більше 29 °С;
- забезпечена подача води, що охолоджує, на теплообмінники робочого і змащувального масла гідромуфти з тиском від 0,098 до 0,588 МПа (від 1 до 6 кгс/см²) і температурою не більше 30 °С;
- забезпечена подача води, що охолоджує, на виносні теплообмінники насоса з тиском від 0,098 до 0,588 МПа (від 1 до 6 кгс/см²) і температурою не більше 30 °С;
- насос прогрітий. Різниця температур низу - верху корпусу насоса: ≤ 20 °С;
- положення черпака гідромуфти 0% (гідромуфта спорожнена), що відповідає максимальному ковзанню гідромуфти і сигналу датчика положення черпака гідромуфти 4 мА.

Агрегати повинні експлуатуватися в робочому інтервалі подач насоса від 0,072 до 0,153 м³/с (від 260 до 550 м³/год) і в полі роботи при забезпеченні запасу кавітації відповідно до характеристик.

При виконанні всіх перелічених вище умов видається дозвіл на пуск насосного агрегату.

При плановому пуску, від команди "Пуск" повинен включитися допоміжний маслонасос гідромуфти, після створення тиску рідкого мастила після фільтру $\geq 0,19$ МПа ($\geq 1,9$ кгс/см²), в кінці масляної лінії двигуна $\geq 0,15$ МПа ($\geq 1,5$ кгс/см²) і в кінці масляної лінії насоса $\geq 0,07$ МПа ($\geq 0,7$ кгс/см²), а також за наявності пускових параметрів перерахованих вище в п. 2.2, включається приводний двигун агрегату і відкривається засувка на виході з насоса.

При пуску агрегату зі стану в резерві і наявності протитиску в напірному колекторі, насос вмикається на відкриту вихідну засувку. При цьому режимі пуску черпак гідромуфти повинен бути встановлений в положення 100% (гідромуфта заповнена), що відповідає

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мінімальному ковзанню і сигналу датчика положення черпака гідромуфти 20 МА.

Досягши подачі на лінії нагнітання $Q \geq 0,081 \text{ м}^3/\text{с}$ ($\geq 290 \text{ м}^3/\text{год}$) вентилі на лінії рециркуляції повинні закритися по такому алгоритму:

досягши подачі на лінії нагнітання насоса $Q \geq 0,081 \text{ м}^3/\text{с}$ ($\geq 290 \text{ м}^3/\text{год}$) повинна подаватися команда на закриття вентиля на лінії рециркуляції ВН12;

після повного закриття вентиля на лінії рециркуляції ВН12 через 3 хвилини повинна подаватися команда на закриття вентиля на лінії рециркуляції ВН13.

Під час роботи агрегату повинен проводитися контроль технологічних параметрів, вказаних в додатку А. При відхиленні контрольованих параметрів від граничних значень повинна бути виконана попереджувальна сигналізація, при аварійному відхиленні - аварійна сигналізація і автоматичне відключення насосного агрегату по захисту.

Об'єм сигналізації, захисту, а також величини уставок представлені в додатку А (графи "Сигналізація", "Захист", "Уставка").

Якщо під час роботи тиск рідкого мастила в кінці лінії гідромуфти знизився до $\leq 0,16 \text{ МПа}$ ($\leq 1,6 \text{ кгс/см}^2$) необхідно включити допоміжний маслонасос гідромуфти і відключити його після досягнення тиску $\geq 0,24 \text{ МПа}$ ($\geq 2,4 \text{ кгс/см}^2$).

Під час роботи агрегату і при розвантаженні блоку повинне бути передбачене послідовне відкриття вентилів на лініях рециркуляції за наступним алгоритмом:

- при зниженні подачі на лінії нагнітання насоса до $Q \leq 0,072 \text{ м}^3/\text{с}$ ($\leq 260 \text{ м}^3/\text{год}$) повинна подаватися команда на відкриття вентиля на лінії рециркуляції ВН12;
- після повного відкриття вентиля на лінії рециркуляції ВН12 через 3 хвилини повинна подаватися команда на відкриття вентиля на лінії рециркуляції ВН13;
- якщо при проходженні команди на відкриття вентиля на лінії рециркуляції ВН12 він не пішов на відкриття, то через 5 сек подається команда на відкриття вентиля на лінії рециркуляції ВН13 і сигнал на БЩК;
- при невідкритті вентиля рециркуляції ВН13, після подачі команди на його відкриття, з витримкою часу 5 сек необхідно відключити насосний агрегат по захисту.

Від команди "Останов", а також від технологічних і електричних захистів повинен відключитися двигун, відкритися вентилі на лінії рециркуляції, закритися засувка на виході з насоса і включитися допоміжний маслонасос гідромуфти на 180 сек, а також необхідно вивести черпакову трубу в положення 0%.

При відключеному двигуні від аварійного сигналу «Зворотне обертання» повинна закритися засувка на виході з насоса і включитися допоміжний насос гідромуфти, а

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відключитися - при повній зупинці насоса.

Для контролю наявності води усередині корпусу двигуна передбачений датчик витоків з вихідним сигналом типу «сухий» контакт.

Для антиконденсатного обігріву основного електродвигуна і двигуна допоміжного маслососа гідромуфти встановлені однофазні нагрівачі (220 В, 50 Гц). Потужність нагрівача встановленого на двигуні – 600 Вт, на маслососі гідромуфти - 25 Вт. Нагрівачі включаються при зупинці двигунів і відключаються при їх включенні.

Умови захисту та блокувань.

Аварійна зупинка обумовлена порушеннями в роботі устаткування, що приводять до аварійних значень параметрів, перерахованих у графі "Захист" Додатку А.

Повинне бути виконане відключення агрегату по аварійному сигналу в наступних випадках:

- при підвищенні температури підшипників насоса ≥ 80 °С;
- при підвищенні температури підшипників двигуна ≥ 105 °С;
- при підвищенні температури підшипників гідромуфти ≥ 95 °С;
- при підвищенні температури в обмотках двигуна ≥ 160 °С;
- при підвищенні температури робочого масла на вихідному отворі черпакової труби в гідромуфті ≥ 110 °С;
- при підвищенні температури рідкого мастила після теплообмінника в гідромуфті ≥ 60 °С;
- зниженні тиску рідкого мастила в кінці масляної лінії насоса $\leq 0,035$ МПа ($\leq 0,35$ кгс/см²);
- зниженні тиску рідкого мастила в кінці масляної лінії двигуна $\leq 0,12$ МПа ($\leq 1,2$ кгс/см²);
- зниженні тиску рідкого мастила гідромуфти $\leq 0,13$ МПа ($\leq 1,3$ кгс/см²);
- при підвищенні вібрації підшипників агрегату $\geq 11,2$ мм/с;
- при збільшенні осьового зсуву ротора насоса $\geq 1,4$ мм;
- при невідкритті вентиля на лінії рециркуляції ВН13 з витримкою часу 5 сек (при досягненні мінімальної допустимої витрати через насос 0,072 м³/с (260 м³/год) і невідкритті вентиля рециркуляції ВН12).

Захисне відключення агрегату при підвищенні вібрації підшипників при пуску необхідно вивести з дії на час виходу агрегату в робочий режим роботи.

Для виконання пуску насосного агрегату повинні бути виконані наступні блокування ("Дозвіл на пуск"):

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- наявність тиску рідкого мастила в кінці масляної лінії насоса $\geq 0,07$ МПа ($\geq 0,7$ кгс/см²);
- наявність тиску рідкого мастила в кінці масляної лінії гідромуфти $\geq 0,19$ МПа ($\geq 1,9$ кгс/см²);
- наявність тиску рідкого мастила до підшипників двигуна $\geq 0,15$ МПа ($\geq 1,5$ кгс/см²);
- засувка на виході з насоса закрыта. Для насоса що знаходиться в резерві засувка на виході з насоса відкрита;
- вентилі на лінії рециркуляції відкриті;
- насос прогрітий (різниця температури між верхом і низом корпусу насоса складає ≤ 20 °С);
- засувка на вході в насос відкрита, забезпечений тиск на вході, яке відповідає значенню запасу кавітації не нижче за величини, які приведені на характеристиці $NPSHR(\Delta h_{доп}) = f(Q)$ в паспорті на агрегат.

Захисне відключення, попереджувальна сигналізація діють з витримкою часу:

по температурі - 1 секунда;

по тиску - 2 секунди.

Захисне відключення по температурі і тиску гідромуфти діє без витримки часу.

Перелік параметрів, які контролюються, і уставки попереджувальної сигналізації вказані в таблиці А.1 (додаток А).

2.3 Контури управління

Контур управління (КУ) – це замкнена послідовність елементів системи керування.

В КУ кожен елемент системи впливає на наступний і зазнає впливу від попереднього елемента. Вплив здійснюється по інформаційних каналах. Система керування може містити декілька КУ. В ході виконання дипломного проекту відповідно до табл. А.1 (Додаток А) була розроблена функціональна схема автоматизації СУ-71.6.151.19 С2.

Розглянемо деякі контури управління розроблені для АСК насосним агрегатом АПЕ 580-185-5.

2.3.1 Контур управління температурою підшипників двигуна

При контролі температури підшипників двигуна необхідно при досягненні значення температури ≥ 100 °С видати попереджувальний сигнал. При досягненні температури значення ≥ 105 °С – ввімкнути аварійну сигналізацію та вимкнути двигун. КУ

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

температурою підшипників двигуна показаний на рис. 2.1.

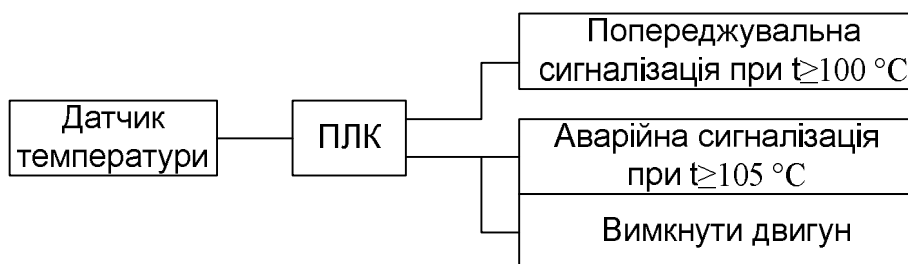


Рисунок 2.1 – КУ температурою підшипників двигуна

Для вимірювання температури (підшипників, фаз статора та заліза статора) використовують термоперетворювачі опору Метран 246 [12].

Датчики температури підключаються за 4-хпровідною схемою підключення та мають НСХ Pt100.

Характеристики датчиків:

Клас допуску: В, С.

Схема з'єднання: 4-х провідна.

Діапазон вимірюваних температур: -50 ... 120°C.

Повірка: періодичність - не рідше одного разу на 2 роки.

Кліматичне виконання:

- У1.1 для значень температури оточуючого повітря від -45° до 60°C;
- Т3 для значень температури оточуючого повітря від -10° до 60°C і відносній вологості до 98% при температурі 35°C.

Маса: не більше 0,09 ... 0,3 кг в залежності від виконання.

Середній термін служби: не менше 5 років.

Гарантійний термін експлуатації: 18 місяців з моменту введення в експлуатацію.

2.3.2 Контур управління тиском рідкого мастила в кінці масляної лінії насоса

Для контролю тиску рідкого мастила в кінці масляної лінії насоса (при команді «Пуск») необхідно при досягненні тиску значення $\geq 0,07$ МПа ($\geq 0,7$ кгс/см²) ввімкнути двигун і відкрити засувку на виході з насосу.

КУ тиском рідкого мастила в кінці масляної лінії насоса показаний на рис. 2.2.

					СУ-71.6.151.19 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

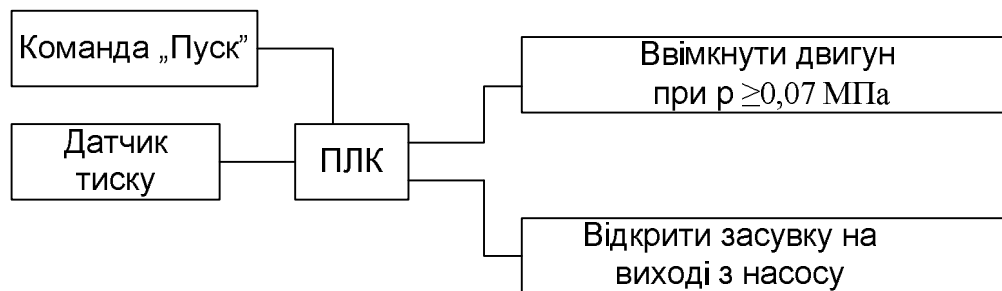


Рисунок 2.2 – Контур управління тиском рідкого мастила в кінці масляної лінії насоса

Для вимірювання тиску застосовуються датчики тиску Метран 150 G3. Зовнішній вигляд датчика тиску показаний на рис. 2.3 [6].



Рисунок 2.3 – Датчик тиску Метран 150 G3.

Датчики тиску серії Метран 150 призначені для роботи в системах автоматичного контролю, регулювання та керування технологічними процесами в різних галузях промисловості, в тому числі в енергетиці. Забезпечують безперервне перетворення вимірюваних величин - тиску надлишкового, абсолютного, тиску-розрідження, різниці тисків, гідростатичного тиску нейтральних і агресивних середовищ в уніфікований струмовий вихідний сигнал і цифровий сигнал на базі HART-протоколу.

У табл. 2.1 наведені основні технічні характеристики датчика тиску Метран 150 G3.

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Таблиця 2.1 – Основні технічні характеристики датчика тиску Метран 150 G3.

Параметр	Значення
Основна приведена похибка	до $\pm 0,065\%$
міжповірочний інтервал	5 років
Діапазон вимірювання різниці тиску	до 13,1789 МПа
Діапазон вимірювання тиску	до 68,947 МПа
Матеріал розділової мембрани	нерж. сталь 316L, сплав Hastelloy, тантал
Матеріал корпусу	алюміній, нерж. сталь
Самодіагностика	стандартна
Виконання	вибухозахищене
Дисплей	ЖК-індикатор з можливістю використання локального інтерфейсу оператора
Вихідний сигнал	4-20 мА, HART, 0-5мА
Гарантійний термін експлуатації	До 5 років

2.3.3 Контур управління вібрацією підшипників насоса

Для контролю середньоквадратичного значення (СКЗ) вібрації підшипників насоса необхідно при досягненні $СКЗ \geq 7,1$ мм/с ввімкнути попереджувальну сигналізацію. При досягненні $СКЗ \geq 11,2$ мм/с – ввімкнути аварійну сигналізацію та вимкнути агрегат. КУ вібрацією підшипників насоса показаний на рис. 2.4.

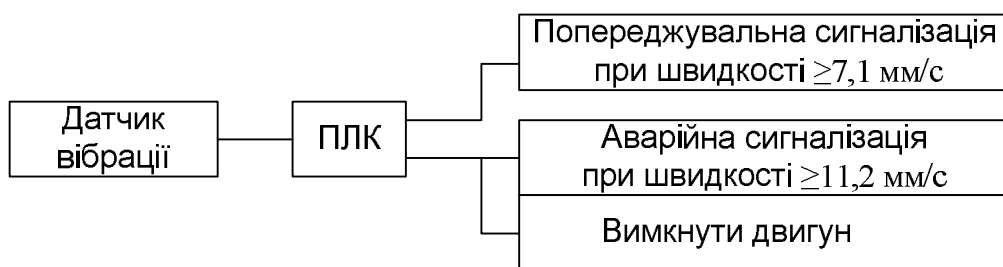


Рисунок 2.4 – КУ вібрацією підшипників насоса

Для контролю рівня вібрації в дипломному проекті використаний датчик п'єзоелектричний ДПЕ23МВ [7].

Датчик вібрації для перетворення абсолютної вібрації контрольної поверхні в струмовий сигнал, пропорційний миттєвій віброшвидкості.



Рисунок 2.5 – Датчик вібрації ДПЕ23МВ

Чутливий елемент віброперетворювача розташований в міцному, герметичному з нержавіючої сталі корпусі зі стандартними установочними розмірами (трикутний корпус з кріпленням до контрольованої поверхні 3-ма гвинтами М4).

Чутливий елемент віброперетворювача складається з блоку п'єзоелементів, електрично ізольованого від корпусу.

Кришка віброперетворювача з'єднується з корпусом різьбленням.

Жмут віброперетворювача виготовлений з антивібраційного двопровідного екранованого кабелю АВКТД, захищеного металорукавом.

У табл. 2.2 і табл. 2.3 вказані параметри вимірювання миттєвої віброшвидкості та середньоквадратичного значення віброшвидкості відповідно.

Таблиця 2.2 – Параметри вимірювання миттєвої віброшвидкості (вихід 1):

Параметр	Значення			
Діапазони вимірювання миттєвої віброшвидкості, мм	0,3 — 15			
Діапазон частот вимірювань, Гц	10-1000	0,4-30	0,7-50	1,0-100
Діапазон вихідного струму, мА	1 — 5			
Значення коефіцієнта перетворення, мА·с/мм	0,05	0,025	0,015	0,010
Опір навантаження, Ом, не більше	1000			

Таблиця 2.3 – Параметри вимірювання середньоквадратичного значення віброшвидкості (вихід 2):

Параметр	Значення		
Діапазони вимірювання СКЗ віброшвидкості, мм	0,4 — 12	0,4 — 15	0,8 — 30
Діапазон частот вимірювань, Гц	10-1000		
Діапазон вихідного струму, мА	4 — 20		
Значення коефіцієнта перетворення, мА·с/мм	16/12	16/15	16/30
Опір навантаження, Ом, не більше	500		

3.1 Робота автоматизованої системи керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5

МЩК входить до комплекту насосного агрегату АПЕ 580-185-5, призначеного для подачі живильної води з деаератора у паровий котел.

МЩК призначений для керування роботою насосного агрегату АПЕ 580-185-5 у всіх режимах його експлуатації, і забезпечує роботу агрегату без постійної присутності обслуговуючого персоналу.

МЩК забезпечує:

- керування агрегатом у всіх режимах експлуатації, що передбачаються технологічною схемою енергоблоку, в тому числі підтримку заданого значення напору шляхом зміни частоти обертання вторинного валу гідромуфти і ротора насосу;

- контроль технологічних параметрів;

- попереджувальну і аварійну сигналізацію зі збереженням інформації про несправності;

- захисне відключення агрегату, при виході параметрів за межі аварійних уставок зі збереженням інформації про характер аварії;

- світлову сигналізацію стану механізмів (включено - відключено) і положення запірної арматури (відкрито - закрито).

- взаємодія з верхнім рівнем автоматизації: передача параметрів агрегату на блоковий щит керування (далі БЩК) енергоблоку, виконання команд керування з БЩК.

Даний щит керування призначений для роботи з датчиками, допоміжним обладнанням і механізмами насосного агрегату АПЕ 580-185-5. Вхідними та вихідними сигналами щита є параметри агрегату і його механізмів, що вимагають контролю і керування. Повний перелік вхідних і вихідних сигналів МЩК наведено в додатку А.

У відповідності до переліку вхідних і вихідних сигналів, які підлягають контролю, була розроблена АСК НА АПЕ 580-185-5.

Основні технічні характеристики МЩК наведені в таблиці 3.1.

3.2 Апаратний склад системи керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5

До складу МЩК агрегатом АПЕ 580-185-5 входять шафи керування, елементи живлення та елементи автоматики.

Перелік усіх елементів, які входять до складу системи керування насосним агрегатом

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наведений у Додатку Б.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики МЩК насосного агрегату АПЕ 580-185-5

Назва	Значення
Напруга живлення	220 В, 50 Гц
Потужність, що споживається	не більше 1500 VA
Час готовності МЩК після подання живлення	2 хв.
Час прогріву комплектуючих для виходу МЩК на заявлені похибки вимірювань	30 хв.
Час роботи від ДБЖ	не менше 10 хв.
Характеристики релейних виходів: час спрацювання, типовий максимальна напруга перемикачання мінімальний струм, що комутується макс. струм тривалого навантаження потужність, яка відключається (активне навантаження), максимальна	5 мс 250 В AC/DC 10 mA (при 12 В) 6 А 140 Вт (при 24 В DC) 1500 ВА (при 250 В AC)

Зовнішній вигляд та габаритні розміри МЩК, розташування елементів АСК у шафі керування показані на кресленні СУ-71.6.151.19 СБ (перелік елементів, які входять до складу АСК НА приведений у додатку Б дипломного проекту).

Основними складовими МЩК є: блоки живлення, ПЛК, система вводу-виводу сигналів, ОП. Нижче наведений опис, основні технічні характеристики та функції, що виконуються, цих складових МЩК.

3.2.1 Блоки живлення шафи керування

У МЩК застосовуються джерела живлення, виробництва фірми Phoenix Contact. Джерела живлення STEP POWER призначені для розподільних пристроїв. Серія джерел живлення STEP POWER була розроблена спеціально для автоматизованих систем керування [2].

Серію джерел живлення вирізняють мінімальні втрати холостого ходу і високий ККД, які забезпечують максимальну енергоефективність. Монтаж можна виконувати на несучу рейку або кріпити гвинтами до рівної поверхні.

Блоки живлення характеризуються мінімальними монтажними розмірами:

	STEP-PS	QUINT-PS
Ширина, мм	18	40
Висота, мм	90	130
Глибина, мм	61	125

Зовнішній вигляд джерел живлення, які застосовуються в АСК, показаний на рис. 3.1.

					СУ-71.6.151.19 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1 – Джерела живлення STEP-PS і QUINT-PS

Також у МЩК застосовується джерело безперебійного живлення VCL 1000 (виробник – General Electric) для забезпечення обладнання електроенергією у разі зникненні напруги у мережі.

У дипломному проекті була розроблена схема електрична принципова живлення шафи керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5 (креслення СУ-71.6.151.19 ЕЗ).

3.2.2 Програмований логічний контролер

Контролер PACSystems RXi зображений на рис. 3.2. Цей ПЛК може використовуватися в системах, що функціонують у широкому діапазоні робочих температур: від - 25 до + 50 ° С; температура його зберігання становить - 40 ... +85 °С.



Рисунок 3.2 – Контролер PACSystem RXi

Контролер оснащений корпусом підвищеної міцності, встановлюється на DIN-рейку.

					СУ-71.6.151.19 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

У контролера – природне охолодження. Процесор двоядерний (1 ГГц, 64 біт, 10 МБ пам'яті), 3 Ethernet 100 Base-T, 3 USB, TFT-LCD екран діагностики, вбудований SSD-накопичувач, мережева карта збільшеної продуктивності з підтримкою 16 з'єднань по Modbus TCP на швидкості 1 Гбіт /с без зниження продуктивності процесора. Контролери RXi підтримують реалізацію багатоконтролерного (до 8 ПЛК) кільця PROFINET з використанням протоколу MRP і підключенням до 128 пристроїв до одного контролера [14].

Нижче вказані технічні характеристики контролера RXi (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики контролера RXi

Характеристики	Реалізація в ПЛК
Пам'ять	10 МБ пам'яті користувача
Зберігання даних	Додаткова батарея Energy Pak забезпечує живленням у випадку відключення електроживлення, при цьому дані записуються в ОЗП
Мережа Ethernet	2 порти, GB PROFINET 1 Ethernet-port (10, 100, 1000 МБіт) 1 Ethernet-port 1000 МБіт – внутрішній
USB інтерфейс	2 USB 2.0
Інші носії інформації	SD-карта
Живлення	24 В постійного струму
Температура	Робоча: - 25 ... + 50 °С Зберігання: - 40 ... + 85 °С
Вологість	10 – 90 %
Монтаж	на панелі на DIN-рейці
Безпека	UI, CE Class I, Div 2

Як і всі контролери родини PACSystems, RXi повністю сумісний з додатками, написаними для будь-якої іншої платформи PACSystems.

Контролер PACSystem RXi відрізняється високою продуктивністю і об'єднує в собі потужний двоядерний центральний процесор, гігабітний PROFINET (з вбудованим резервуванням MRP) і Ethernet-порти.

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поєднання високопродуктивного керування, інтегрованої мережі PROFINET, інтелектуального дисплейного модуля і при цьому компактного корпусу робить даний пристрій винятковим продуктом на ринку промислової автоматизації.

Всі компоненти RХі належать до промислового класу по температурному режиму роботи, відповідають запатентованій технології теплового контролю і складною технологією пасивного охолодження, що забезпечує надійне керування в жорстких умовах експлуатації.

Завдяки додатковому інтелектуальному дисплейному модулю мультисенсорний екран розташований прямо на ПЛК, що забезпечує швидку взаємодію з контролером і спрощує пусконаладження.

Контролер об'єднує потужну обчислювальну платформу RХі з «компактним» керуванням, здійснюваним з екрану ПЛК. Все це дозволяє користувачам спростити конструкцію системи і зробити її невеликою за розмірами, при цьому зберігши всі переваги платформи PACSystems: високу продуктивність, надійність, гнучкість. З контролером PACSystems RХі відсутня необхідність купувати окремо шасі, модулі живлення, модулі центрального процесора, комунікаційні модулі (як це буває у випадку з класичним ПЛК), що значно скорочує вартість системи [16].

3.2.3 Система вводу-виводу сигналів

Система вводу-виводу сигналів призначена для збору сигналів від датчиків, встановлених на НА, механізмів агрегату та кнопок керування, встановлених на щиту керування.

Система вводу-виводу сигналів включає у свій склад модулі аналогового вводу, модулі аналогового виводу, модулі дискретного вводу, модулі дискретного виводу, а також релейні модулі та модулі гальванічної розв'язки сигналів.

Модулі гальванічної розв'язки сигналів (розділовий підсилювач з розв'язкою ланцюгів) призначені для гальванічної розв'язки аналогових сигналів. Модулі гальванічної розв'язки мають пружинний зажим. Вхідний сигнал модуля: 0 ... 20 мА/4 ... 20 мА, вихідний сигнал: 0 ... 20 мА/4 ... 20 мА [10].

Релейний модуль PLC-RSP- 24DC/21AU складається з основної клеми PLC-BSP ... / 21 з пружинним затискачем і вставним міні-реле з багатошаровим золотим контактом для монтажної рейки NS 35/7,5, 1 перемикаючий контакт, вхідна напруга 24 В DC. Релейний модуль використовується для захисту дискретних модулів вводу-виводу сигналів.

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі за текстом наведена характеристика модулів вводу-виводу дискретних та аналогових сигналів.

Модуль аналогового вводу ST-3118

Модуль 8-канальний аналогового вводу 0 ~ 20/4 ~ 20мА, 12 біт, менше 1 мс, для шини G-bus, має знімний пружинний клемник 10RTB та має характеристики, наведені у табл.3.3 [9].

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики модуля вводу ST-3118

Кількість каналів	8 каналів несиметричний, без гальванічного ізоляції між каналами
Індикація	8 зелених індикаторів статусу введення
Діапазон	12 біт: 4.88мкА/біт(0~20мА), 3.91мкА/біт (4~20мА)
Вхідний діапазон	0~20мА, 4~20мА
Формат даних	16-бітне ціле (додатковий код)
Точність модуля	±0.1% від цілої шкали при 25°C оточуючого середовища ±0.3% от цілої шкали при -40°C, 70°C
Вхідний опір	121,5 Ом
Діагностика	Діагностика вимкнення польового живлення: Мигаючий Польове живлення ввімкнено: Індикатор вимкнений < 0,5% (від верхньої межі діапазону) Польове живлення ввімкнено: Індикатор ввімкнений > 0,5% (від макс. верхньої межі діапазону) Перевищення допустимого діапазону: Індикатор вимкнений > 21мА Зниження з допустимого діапазону: Індикатор вимкнений < 3мА (4 ~ 20мА)
Час перетворення	1мс/усі канали (0,125мс на канал)
Калібрування польове	Не потрібне
Тип спільної точки	2 спільні точки, 0 В польового живлення є спільним (AGND)

Модуль аналогового вводу ST-3114

Модуль 4-канальний аналогового вводу 0 ~ 20 мА, 12 біт, менше 1 мс, для шини S-bus, має знімний пружинний клемник 8RTB та має характеристики, наведені у табл.3.4 [9].

					СУ-71.6.151.19 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики модуля вводу ST-3114

Кількість каналів	4 каналів несиметричний, без гальванічного ізоляції між каналами
Індикація	4 зелених індикаторів статусу введення
Діапазон	12 біт: 4.88мкА/біт(0~20мА), 3.91мкА/біт (4~20мА)
Вхідний діапазон	0~20мА
Формат даних	16-бітне ціле (додатковий код)
Точність модуля	±0.1% від цілої шкали при 25°C оточуючого середовища ±0.3% от цілої шкали при -40°C, 60°C
Вхідний опір	120 Ом
Діагностика	Немає
Час перетворення	4мс / усі канали (0.125мс на канал)
Калібрування польове	Не потрібне
Тип спільної точки	2 спільні точки, 0 В польового живлення є спільним (AGND)

Модуль дискретного вводу ST-121F

Модуль 16-канальний дискретного вводу, тип Sink 12 / 24В DC, для шини S-bus, роз'єм IDC20 має такі характеристики, наведені у табл.3.5 [9].

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики модуля вводу ST-121F

Кількість каналів	16 каналів, неізольований тип
Індикація	16 зелених індикаторів статусу введення
Напруга при спрацюванні	24 В пост. струму
Мін напруга у вимкненому стані	макс. 5 В
Струм при спрацюванні	6 мА/канал
Затримка вхідного сигналу	OFF to ON : max. 3ms ON to OFF : max. 3ms
Вхідний опір	120 Ом
Тип спільної точки	2 спільні точки, 0 В польового живлення є спільним (AGND)

Модуль дискретного виводу ST-221F

Модуль 16-канальний дискретного виводу, тип Sink 12 / 24В /0,5 А DC, для шини S-bus, з пружинним клемником, що знімається має такі характеристики, наведені у табл. 3.6 [9].

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики модуля виводу ST-221F

Кількість каналів	16 каналів, негативна логіка
Індикація	16 зелених індикаторів статусу введення
Напруга при спрацюванні	24 В пост. струму
Падіння напруги у стані включення	max. 0,3 В при 25°C
Струм при спрацюванні	6 мА/канал
Затримка вхідного сигналу	OFF to ON : max. 0,3ms ON to OFF : max. 0,3ms
Вхідний опір	120 Ом
Номінальний вихідний струм	max. 0,5 А/канал max. 4,0 А загальний
Тип спільної точки	2 спільні точки, 0 В польового живлення є спільним (AGND)

3.2.4 Панель оператора щита керування

Панель оператора QuickPanel + – це панельний ПК із сенсорним дисплеєм (ємнісний, мультитач). Завдяки комунікаційним можливостям панель QuickPanel + можливо підключити до різного промислового обладнання.

Зовнішній вигляд панелі оператора показаний на рис. 3.3.

Серед переваг QuickPanel + можна виділити кілька унікальних:

- мультисенсорний екран. Дозволяє перенести ваш повсякденний досвід на виробництво;
- можливість програмування через віддалений робочий стіл. Велика перевага для розробників систем керування;
- можливість віддаленого керування і діагностики. Це дає величезні переваги технологам і операторам. Уможливує їх спільну роботу за допомогою безпечного підключення через FTP- і HTTP-серверів;
- веб-звіти, графіки, технологічні екрани. Дозволяє керівному складу завжди мати доступ до основних показників технологічного процесу з планшета або телефону;
- вбудований Historian collector. Забезпечує збір та зберігання історичних даних. Ви можете використовувати панель замість або разом з традиційною SCADA-системою;

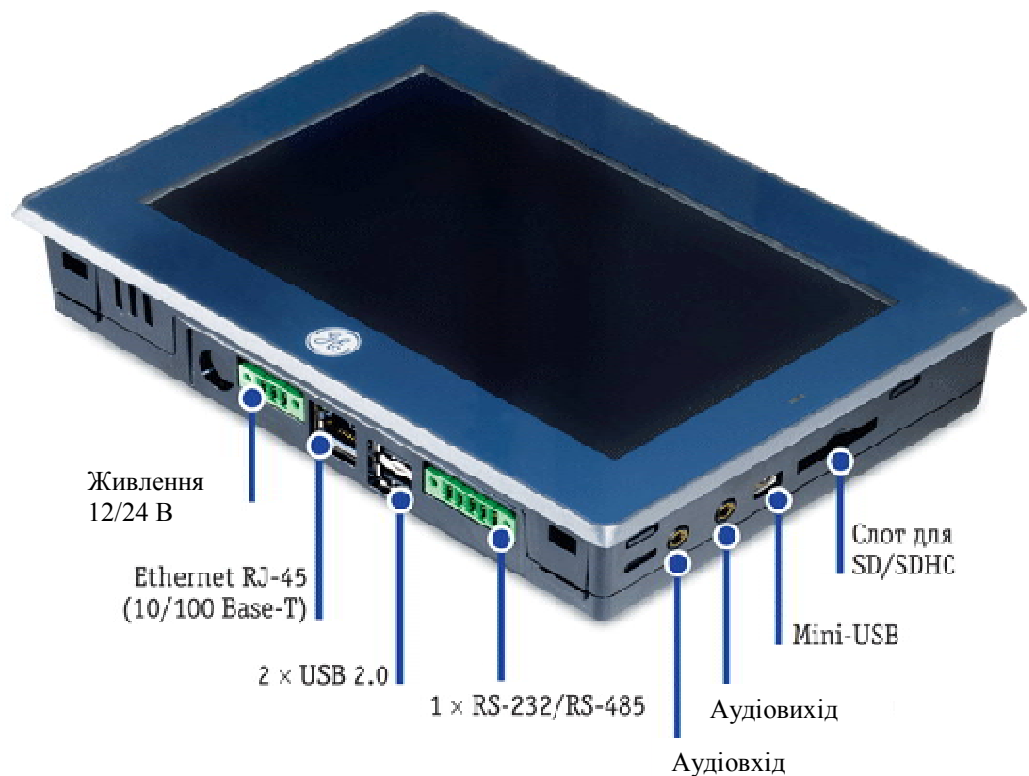


Рисунок 3.3 – Панель оператора QuickPanel+

- великий набір протоколів обміну (більше 40), що дозволяє підключати панель до контролерів або станцій вводу/виводу сторонніх виробників і забезпечує швидку інтеграцію навіть у складних системах.

Крім того, відзначимо ще ряд додаткових характеристик QuickPanel+. Всі вони в комплексі ставлять ці панелі на новий щабель промислової автоматизації:

- підтримка технології Plug and Play, що забезпечує легкість у використанні;
- зручний дизайн для полегшення монтажу;
- наявність повнофункціонального веб-браузера з підтримкою мультимедіа;
- підтримка п'яти мов програмування стандарту МЕК (IEC): LD (релейно-контактна логіка), SFC (послідовні функціональні схеми), ST (структурований текст), IL (список інструкцій), FBD (мова функціональних блокових діаграм);
- потужний інструмент написання скриптів, включаючи можливості мультисенсора (подвійне торкання, зуммірування, перегортання);
- наявність великої бази даних, що дозволяє зменшити час на розробку додатків, так як відсутня необхідність повторно вводити імена тегів; також є бібліотека об'єктів анімації;
- промисловий дизайн: стійкість до вібрації, широкий діапазон температур, стійкий до пошкоджень екран, ступінь захисту IP65.

Панель дозволяє користувачеві підключитися практично до всіх типів галузевого

обладнання (рис. 3.3): у неї є порт Ethernet, два порти USB для підключення периферійних пристроїв, COM-порт, а також можливість розширення портів за допомогою перехідників (USB - RS 232, USB - Ethernet, USB - RS 485).

Характеристики панелі оператора:

Процесор

Freescale i.MX535 1GHz based on ARM Cortex A8;
2D/3D Graphics Processing Unit;
32KB Level 1 Instruction/Data Caches;
256KB Level 2 Unified Instruction and Data Cache;
NEON SIMD Media Accelerator;
Vector Floating Point Coprocessor;

Пам'ять

512MB DDR2 SDRAM;
256MB SLC NAND Flash;
512KB Battery Backed SRAM;

Екран

12" Widescreen TFT LCD;
800 x 480 px роздільної здатності;
Ємнісний;
Мультитач (2-х точковий);
Ethernet порт;
1x 10/100BaseT (RJ-45);
Serial порт;
1x RS-232 COM Port (5-pin коннектор);

USB

2x USB 2.0 (Type-A);
1x USB 2.0 (Mini Type-B);
зберігання;
1хслот для карти SD/SDHC;
Аудіо;
x1 мікрофон (моно), 3.5мм;
x1 аудіовихід (стерео), 3.5мм;

Індикатори

трьохкольниковий LED (жовтий/зелений/червоний);

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

операційна система Microsoft Windows Embedded Compact 7;

Вимоги до живлення

+24VDC \pm 20% (3-pin коннектор)

споживання 15Вт

Розміри, маса

Зовнішній розмір: 192(Ш) x 137(В) x 36(Г) мм

маса: 0,8 кг;

Монтаж

Розмір вирізу для встановлення: 183,5(Ш) x 128,5(В) мм

Умови навколишнього середовища

Система охолодження: природня;

робоча температура: від 0°C до +50°C;

температура зберігання: від -10°C до +60°C

відносна вологість: 85% (без конденсації) [11].

Розробка проекту ведеться в Proficy Machine Edition, опція View.

3.3 Щит керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5

На збірковому кресленні СУ-71.6.151.19 СБ наведений вигляд МЦК та розташування елементів у ньому.

МЦК насосним агрегатом АПЕ 580-185-5 отримує сигнали від усіх встановлених датчиків НА, оброблює дані сигнали, виконує задану логіку керування у відповідності до програми, яка занесена до ПЛК, взаємодіє з виконавчими механізмами та БЦК.

3.4 Програмне забезпечення автоматизованої системи керування

Прикладна програма користувача (для керування роботою НА, захисту, сигналізації та аварійного вимкнення НА) розроблюється в середовищі Machine Edition для ПЛК PACSystem фірми General Electric.

Machine Edition

Machine Edition (ME) - це універсальне комплексне інструментальне середовище розробки виконуваних додатків для програмованих контролерів, операторських панелей, систем збору даних і промислових комп'ютерів. ME включає зручний інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс і забезпечує ефективне об'єктно-орієнтоване програмування задач

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

контролю і керування на інженерних мовах програмування відповідно до стандарту MEK 61131-11 (IL, LD, FBD, SFC, ST), а також дозволяє інтегрувати блоки на мові «Сі» (розробляються в окремому додатку).

ME використовує всі переваги сучасних технологій, в тому числі XML, COM/DCOM, OPC, ActiveX і Web. Всі компоненти і додатки пакета ME мають єдиний робочий простір і один набір інструментальних засобів, призначених для розробки HMI, програмування ПЛК, створення програм керування рухом і керування на основі ПК. Поряд із загальними засобами редагування всі компоненти ME спільно використовують загальні об'єкти в додатках, в т.ч. логічні елементи, сценарії, графічні об'єкти і структури даних. Наприклад, після створення зміненої в тексті програми релейно-контактної логіки, вона може бути викликана і в розділі проекту з розробки операторського інтерфейсу [13].

Пакет дозволяє запускати множинні сесії на одному ПК, причому кожна з сесій може підключатися до апаратури процесу одночасно. Універсальний графічний інструмент дозволяє користувачам розміщувати об'єкти в загальному сховищі об'єктів. В обох середовищах розробника як для ПЛК, так і для ПК, ME надає інструменти для розробки, моніторингу та усунення неполадок в виконуваних додатках.

Пакет Machine Edition складається з 4-х частин:

View. Це засіб розробки людино-машинного інтерфейсу (HMI). Воно включає підтримку Windows PC і Embedded (для виконання на панелях QuickPanel) і Windows (для виконання на індустріальних комп'ютерах);

Logic Developer PC. Компонент для розробки керуючих програм на інженерних мовах програмування для виконання на ПК. Підтримуються платформи Windows PC і Embedded (для виконання на панелях QuickPanel+) і Windows (для виконання на індустріальних комп'ютерах);

Logic Developer PLC. Програмує і конфігурує всю лінійку контролерів General Electric, і розподілені системи вводу/виводу. Залежно від типу підтримуваних контролерів існують версії Lite Professional;

Motion Developer. Дозволяє програмувати і конфігурувати контролери в системах керування рухом.

У додатку В наведений фрагмент прикладної програми ПЛК, який реалізовує зупинку агрегату (двигуна агрегату) за командою «Стоп» або при виході параметрів, які контролюються (табл. А.1, додаток А), за межі аварійних уставок.

Також наведений фрагмент програми ПЛК, який призначений для видачі аварійної сигналізації при виході параметрів, які контролюються (табл. А.1, додаток А), за межі аварійних уставок.

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

У дипломному проекті дана технологічна характеристика роботи теплоелектростанцій, процесу вироблення електроенергії, роботи насосного агрегату АПЕ 580-185-5.

Розроблена АСК НА АПЕ 580 -185-5, підібрана апаратна частина СК, зокрема: програмований логічний контролер ПЛК PACSystems RXi ICRXICTL000 (виробник - компанія General Electric), БЖ, модулі вводу/виводу сигналів, ОП, модулі гальванічної розв'язки, релейні модулі.

У процесі виконання дипломного проекту була розроблена така КД:

- Живлення щита керування НА АПЕ 580-185-5. Схема електрична принципова (3 аркуші формату А3);
- Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5. Збіркове креслення (2 аркуші формату А3, 1 аркуш формату А4);
- Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580-185-5. Схема автоматизації функціональна (1 аркуш формату 4хА2).

Також був складений список сигналів, що контролюється, розроблені системи захисту, індикації та сигналізації та прикладна програма ПЛК.

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрегат электронасосный АПЭ 580-185-5 (Q=550 м³/ч, Н=2150 м). Технические требования на автоматику и КИП РН17.048.000.00 ДЗ. [Электронный ресурс]. - 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://vniiaen.sumy.ua>.
2. Блоки живлення Phoenix Contact. [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.phoenixcontact.com/uk-ua/produkcija/ystochnyk-pytanyya-step-ps-1ac24dc075-2868635>
3. Вольчин І.А., Дунаєвська Н.І., Чернявський М.В. та ін. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. – Кн. 1: Від вогню та води до електрики. – К.: Вид-во НАН України. – 2012. – 264 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <http://energetika.in.ua>
4. Вольчин І.А., Дунаєвська Н.І., Чернявський М.В. та ін. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. – Кн. 3: Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики. – Вид-во НАН України. – 2013. – 400 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <http://energetika.in.ua>
5. Гідромурфта Voith Turbo 682 SVNЛ 33G - 2015. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: https://voith.com/rus-ru/reguliruemie_turbomufti.pdf
6. Датчик давления Метран-150. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.emerson.com/documents/automation/manuals-guides-150-metran-ru-61380.pdf>
7. Датчик п'єзоелектричний ДПЕ23МВП. Керівництво з експлуатації. [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.vibrobit.ru/datchiki-i-izmeritelnye-preobrazovateli/datchiki-pezoelektricheskie/item/26-dpe23mvp.html>
8. Маслоустановка. Руководство по эксплуатации Н17.330.300.00 РЭ [Электронный ресурс]. - 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://vniiaen.sumy.ua>.
9. Модулі вводу-виводу сигналів від General Electric. [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.crevis.ru/product/>
10. Модулі гальванічної розв'язки [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.phoenixcontact.com/uk-ua/produkcija/razdelytelnye-usylytely-mini-mcr-sl-i-i-sp-2864723>
11. Панель оператора Quick Panel+. General Electric. [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://advantekengineering.ru/B0-quickpanel/>
12. Преобразователь термоэлектрический ТСП Метран-246. Руководство по эксплуатации. [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.emerson.com/documents/automation/BD-200-en-454852.pdf>

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

13. Програмне забезпечення Machine Edition. [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://indusoft.com.ua/emerson-ge-a-c/tool-software/machine-edition/>
14. Промислова автоматизація [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://advantekengineering.ru/>
15. Промислові насоси. [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://nasos.info/catalog.php?mode=view&id=6066>
16. Семейство PACSystems. Промышленные компьютеры и контроллеры RXi [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://isup.ru/articles/15/8643/>
17. СНТ – Сумская насосная техника. Насос ПЕ 580-185-5. [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://sumnt.com/production/nasosy-tipa-pe/pe-580-185-5>
18. Совершенствование насосного оборудования энергетических установок [Електронний ресурс] // АО «Сумский завод «Насосэнергомаш» (Группа ГМС). – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://nempump.com/wp-content/uploads/2015/09/20-23.pdf>
19. Черв'яков В.Д., Журавльов О.Ю., Щокотова І.В. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів. – Суми: Сумський державний університет. –2013.– 69 с.
20. International Energy Outlook 2002. – Washington: Energy Information Administration. U.S.Department of Energy, 2002. – 285 p.
21. Elleriis J. Development of a Hot Water District Energy Scheme in the Copenhagen Region The Metropolitan Copenhagen Heating Transmission Company, 2002. – 32 p.
22. Helsinki Energy. Annual report 2001. – Helsinki: Helsinki Energy, 2002. – 32 p.
23. International Energy Agency. – Energy Technology at the Cutting Edge. – International Energy Technology Collaboration IEA Implementing Agreements, 2005.
24. International Energy Agency /International Energy Outlook 2006. Chapter 6: Electricity.
25. UCTE Operation Handbook. – Brussels: UCTE, 2004.
26. Advice on Developing an Energy Efficiency Strategy. – Brussel: Energy Charter Secretariat, 2001. – 36 p.
27. Kaufman D., Kaliberda O. Shadow Economic in Dynamic of Post Socialism Countries /Economic Transition in Russia and the New States of Eurasia. – N.Y., USA, 1996.
28. Michael W. Volk. Pump Characteristics and Applications. – Washington, USA, 2014.

					<i>СУ-71.6.151.19 ПЗ</i>	Арк.
						39
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Додаток А
Перелік параметрів, механізмів, що підлягають контролю, індикації, сигналізації

Таблиця А.1

Назва параметру	Параметр		За місцем					БЩУ			Регулювання	Позначення на схемі		Індикація (за місцем)	Примітка	
			Комплекс мікропроцесорної автоматики					Сигналізація	Регстрація	Сигналізація		Архівація	Відображення			Датчик
	Номінальне значення	Діапазон зміни	Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація		Сигналізація									
					Постійно	За вимогою										
Двигун																
Температура Підшипника з боку вільного кінця валу, °С	60	1-105	-	≥105	-	+	WL ≥ 100 EL ≥ 105	+	+	+	+	-	TE1	-	-	
2 Підшипника з боку гідромуфти, °С	60	1-105	-	≥105	-	+	WL ≥ 100 EL ≥ 105	+	+	+	+	-	TE12	-	-	
3 Обмотки – фаза U, °С	< 100	1-160	-	≥160	-	+	WL ≥ 150 EL ≥ 160	+	+	+	+	-	TE3, TE6	-	-	
4 Обмотки – фаза V, °С	< 100	1-160	-	≥160	-	+	WL ≥ 150 EL ≥ 160	+	+	+	+	-	TE4, TE7	-	-	
5 Обмотки – фаза W, °С	< 100	1-160	-	≥160	-	+	WL ≥ 150 EL ≥ 160	+	+	+	+	-	TE5, TE8	-	-	
Тиск 6 Рідкого мастила у кінці лінії двигуна, МПа (кгс/см ²)		0-0,4 (0-4)	≥0,15 (≥1,5)	≤0,12 (≤1,2)	-	+	EL ≤ 0,12 (≤1,2)	+	+	+	+	-	PT1	PI22	+	
Вібрація 7 Вібрація підшипника з боку вільного кінця валу, мм/с: вертикальна горизонтальна		0-30,0	-	≥11,2	-	+	WL ≥ 7,1 EL ≥ 11,2	+	+	+	+	-	GE1, GE2	GT1, GT2	-	
8 Вібрація підшипника з боку гідромуфти, мм/с: вертикальна горизонтальна		0-30,0	-	≥11,2	-	+	WL ≥ 7,1 EL ≥ 11,2	+	+	+	+	-	GE3, GT4	GT3, GT4	-	
Витоки 9 Витоки з повітряохолоджувачів двигателя			-	-	-	-	1)	+	+	+	+	-		LA1	-	
10 Струм двигуна, А	468		-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	EI1, EY1	-	

Інв.№ подл. Підп. і дата
Взам. інв. № Підп. і дата
Інв. № дубл. Підп. і дата

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

СУ-71.6.151.19 ПЗ

Арк.

40

Формат А3

Продовження таблиці А.1

Назва параметру	Параметр		За місцем					БЦУ			Регулювання	Позначення на схемі		Індикація (за місцем)	Примітка	
			Комплекс мікропроцесорної автоматики					Сигналізація	Ресстрація	Сигналізація		Архівація	Відображення			Датчик
	Номінальне значення	Діапазон зміни	Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація											
					Постійно	За вимогою										
Гідромуфта																
Температура																
11 Підшипник валу гідромуфти L1/3, °C	< 90	1-95	-	≥ 95	-	+	WL ≥ 90 EL ≥ 95	+	+	+	+	-	TE13a	TT13	-	
12 Підшипник валу гідромуфти L2, °C	< 90	1-95	-	≥ 95	-	+	WL ≥ 90 EL ≥ 95	+	+	+	+	-	TE14a	TT14	-	
13 Підшипник валу гідромуфти L5, °C	< 90	1-95	-	≥ 95	-	+	WL ≥ 90 EL ≥ 95	+	+	+	+	-	TE16a	TT16	-	
14 Підшипник валу гідромуфти L6, °C	< 90	1-95	-	≥ 95	-	+	WL ≥ 90 EL ≥ 95	+	+	+	+	-	TE17a	TT17	-	
15 Рідке мастило після теплообмінника, °C	< 50	1-60	-	≥ 60	-	+	WL ≥ 55 EL ≥ 60	+	+	+	+	-	TE18a	TT18, TI39	+	
16 Робоче масло після теплообмінника, °C	< 80	1-160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TI40	+	
17 Робоче масло на вихідному отворі черпакової труби, °C	< 100	1-110	-	≥ 110	-	+	WL ≥ 100 EL ≥ 110	+	+	+	+	-	TE15a	TT15, TI41	-	
Тиск																
18 Рідкого мастила, МПа (кгс/см ²)	> 0,25 (>2,5)	0-0,6 (0-6)	≥0,19 (≥1,9)	≤0,13 (≤1,3)	-	+	EL ≤ 0,13 (≤1,3)	+	+	+	+	-	PT4	PI3	+	Вспомогательный маслонасос выкл. > 0,24 (>2,4) вкл. < 0,16 (<1,6)

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Змн	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

СУ-71.6.151.19 ПЗ

Продовження таблиці А.1

Назва параметру	Параметр		За місцем					БЦУ			Регулювання	Позначення на схемі		Індикація (за місцем)	Примітка	
			Комплекс мікропроцесорної автоматики					Сигналізація	Ресстрація	Сигналізація		Архівація	Відображення			Датчик
	Номинальне значення	Діапазон зміни	Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація											
					Постійно	За вимогою										
19 Перепад тиску на подвійному фільтрі, МПа (кгс/см ²)	< 0,03 (0,3)	0,035-0,55 (0,35-5,5)	-	-	-	+	WL ≥ 0,06 ²⁾ (WL ≥ 0,6)	+	+	+	+	-	PDA5	PDI5	+	
Рівень			-	-	-	-	WL ≥ ³⁾ WL ≤ ³⁾	+	+	+	+	-	LA2	LI3	+	
20 Масла у корпусі муфти, мм																
Оберти																
21 Число обертів приводу насоса, об/хв		0-3000	-	-	+	+	+ ⁵⁾	+	+	+	+	-	S1a, SS1	ST1, S11, SR1	+	
Положення																
22 Черпакової труби, %		0-100	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	GE7a	GC7, GA7	+	
Насос																
Температура																
23 Підшипника з боку вільного кінця валу, °С	60	1-80	-	≥80	-	+	WL ≥ 75 EL ≥ 80	+	+	+	+	-	TE28	-	-	
24 Підшипника з боку гідромуфти, °С	60	1-80	-	≥80	-	+	WL ≥ 75 EL ≥ 80	+	+	+	+	-	TE20	-	-	
25 Води на вході в насос, °С		5-158	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	TE24	-	-	
26 Води в камері за гідроп'ятою, °С		5-168	-	-	-	+	WL ≥ t _{вх} +10	+	+	+	+	-	TE25	-	-	
27 Різниця температур верх-низу корпусу насоса, °С		5-168	≤ 20	-	-	+	WL >20	-	-	+	+	-	TE21 – TE23	-	-	TE21 - резерв
28 Води на виході з торцевого з боку гідромуфти, °С		1-75	-	-	-	+	WL ≥ 75	+	+	+	+	-	TE19	-	-	
29 Води на виході з торцевого ущільнення з боку вільного кінця валу, °С		1-75	-	-	-	+	WL ≥ 75	+	+	+	+	-	TE27	-	-	

Підп. і дата
 Підп. і дата
 Інв. № дубл.
 Інв. №
 Взам. інв. №
 Підп. і дата
 Інв. № подл.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

СУ-71.6.151.19 ПЗ

Арк.
42

Продовження таблиці А.1

Назва параметру	Параметр		За місцем					БЩУ			Регулювання	Позначення на схемі		Індикація (за місцем)	Примітка	
			Комплекс мікропроцесорної автоматики					Сигналізація	Архівація	Відображення		Датчик	Прилад			
			Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація		Ресстрація									Сигналізація
Номінальне значення	Діапазон зміни	Постійно			За вимогою	Сигналізація		Архівація	Відображення	Датчик	Прилад					
Тиск 32 Конденсату до термобар'єру з боку гідромуфти, МПа (кгс/см ²)		0,098-0,56 (1-6)	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	PI7	+	
34 Конденсату до термобар'єру з боку вільного кінця валу, МПа (кгс/см ²)		0,098-0,56 (1-6)	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	PI17	+	
35 Перепад тиску води на сітці, МПа (кгс/см ²)		0-0,035 (0-0,35)	-	-	-	+	WL ≥ 0,035 (WL ≥ 0,35)	+	+	+	+	-	-	PDIT9	+	
36 Води на вході в насос, МПа (кгс/см ²)	0,78 (8)	0,098 – 0,98 (1,0 – 10)	+ ⁴⁾	-	+	+	-	-	-	+	+	-	PT11	PI23	+	
37 Води на виході з насосу, МПа (кгс/см ²)	19,2 (195,4)	0 – 23,5 (0 – 239,8)	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	PT15	PI24	+	
38 Відбір води від проміжної ступені, МПа (кгс/см ²)	5,4 (55)	0-5,4 (0-55)	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	PI13	+	
39 Рідкого мастила у кінці лінії насоса, МПа (кгс/см ²)		0-0,4 (0-4,0)	≥0,07 (≥0,7)	≤0,035 (≤0,35)	-	+	EL ≤ 0,035 (EL ≤0,35)	+	+	+	+	-	PT19	PI25	+	
40 Води у камері гідроп'яти, МПа (кгс/см ²)		P _{вх} +0,15 (P _{вх} +1,5)	-	-	-	+	WL ≥ P _{вх} +0,15 (WL ≥ P _{вх} + 1,5)	+	+	+	+	-	-	PI21	+	
Вібрація 41 Вібрація корпусу підшипника з боку гідромуфти, мм/с: вертикальна горизонтальна		0-30,0	-	≥11,2	-	+	WL ≥ 7,1 EL ≥ 11,2	+	+	+	+	-	GE5, GE6	GT5, GT6	-	
42 Вібрація корпусу підшипника з боку вільного кінця валу насосу, мм/с: вертикальна горизонтальна		0-30,0	-	≥11,2	-	+	WL ≥ 7,1 EL ≥ 11,2	+	+	+	+	-	GE7, GE8	GT7, GT8	-	

Інв.№ подл. Підп. і дата Взам. інв.№ Інв.№ дубл. Підп. і дата

Змін	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

СУ-71.6.151.19 ПЗ

Арк.

43

Формат А3

Продовження таблиці А.1

Назва параметру	Параметр		За місцем					БЩУ			Регулювання	Позначення на схемі		Індикація (за місцем)	Примітка	
			Комплекс мікропроцесорний автоматики					Сигналізація	Архівація	Відображення		Датчик	Прилад			
			Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація		Реєстрація									
Номінальне значення	Діапазон зміни	Постійно			За вимогою	Сигналізація		Архівація	Відображення	Датчик	Прилад	Індикація (за місцем)				
43 Подача Подача насоса, м ³ /с (м ³ /ч)	0.153 (550)	0-0,153 (0-550)	-	-	+	+	-	-	-	+	+	6)	FE1a	FT1	-	
44 Осьовий зсув Ротора насоса, мм		від мінус 2 до плюс 2	-	≥ 1,4	-	+	WL ≥ 1,2 EL ≥ 1,4	+	+	+	+	-	SE1	ST1	-	

¹⁾ Наявність витоків

²⁾ Переключити подвійний фільтр

³⁾ сигналізація: на 15 мм вище макс. рівня масла, або на 15 мм нижче мін. рівня масла

⁴⁾ $p_{вх.} = p_n + \rho NPSHR/10^4$, де:

p_n = тиск пружності пари, що відповідає температурі води, яка перекачується (кгс/см²),

NPSHR – надкавітаційний напір на вході, рівний 9 м

⁵⁾ - «Зворотне обертання» допоміжний маслонасос ввімкнути, задвижку на виході насоса закрити

⁶⁾ При витраті ≤ 260 м³/ч відкрити вентиль на лінії рециркуляції ВН12, при витраті ≥ 290 м³/ч закрити вентиль на лінії рециркуляції ВН12

Значення ставок уточнювати при пуско-налаштувальних роботах.

Примітка - комплектно с агрегатом поставляються:

1 Первинні перетворювачі та прилади:

термоперетворювач опору ТСП Pt 100, 3-провідна схема з'єднання, (TE1,TE3-TE8, TE12)–8 шт. (комплект двигуна);

детектор витоків води, вихідний сигнал типу SPDT (LA1)- 1 шт. (комплект двигуна);

термоперетворювач опору ТСП Метран-246 (Pt100)-02-IP65-7000-B-4-1-Л-У1.1-ГП ТУ4211-011-12580824-2003 (TE20, TE28) – 2 шт.;

термоперетворювач опору ТСП Метран-246 (Pt100)-01-IP65-7000-B-4-1-Л-У1.1-ГП ТУ4211-011-12580824-2003 (TE19, TE27) – 2 шт.;

термоперетворювач опору ТСП Метран-226-14-160-B-4-1-Н10-(-50..200)°С-У1.1-ГП -ТУ4211-011-12580824-2003(TE25)- 1шт;с гильзой защитной 2002-03-M20x1,5-M20x1,5-H10-160;

перетворювач термоелектричний ТХК Метран-242-07-10-2-И-1-Н10-У1.1-ГП ТУ4211-001-12580824-2002- (TE21-TE23) – 3 шт.;

датчик пьезоэлектрический ДПЭ23МВ В*30*7 АРІ610 ТУ4277-001-27172678-12. Вихідний сигнал 4 ÷ 20 мА пост. струму; діапазон вимірювань 0 ÷ 30 мм/с; довжина кабелю 7 м, (GE1-GE4, GT1-GT4) – 4 шт. (комплект насосу). Струм, що споживається 70 мА, напруга живлення (18-36) В пост. струму. Виробник ООО НПП «Вибробит», м. Ростов-на-Дону;

датчик пьезоэлектрический ДПЭ23МВ В*30*7* АРІ610 ТУ4277-001-27172678-12. Вихідний сигнал 4 ÷ 20 мА пост. струму; діапазон вимірювань 0 ÷ 30 мм/с; довжина кабелю 7 м, (GE5-GE8, GT5-GT8) – 4 шт. (комплект насосу). Струм, що споживається 70 мА, напруга живлення (18-36) В пост. струму. Виробник ООО НПП «Вибробит», м. Ростов-на-Дону;

датчик вихреструмовий ДВТ20*50*7М з перетворювачем вимірювальним ИП34*В*04*20*7 ТУ4277-001-27172678-12. Вихідний сигнал 4-20 мА пост. струму; діапазон вимірювань мінус 2-0-2; L каб = 7 м, (SE2,ST2) – 1 шт. Струм, що споживається 70 мА напруга живлення (18-36) В пост. струму. Виробник ООО НПП «Вибробит», м. Ростов-на-Дону;

датчик тиску Метран 150 TG2 (0-10 кгс/см²) 2G 2 1 A M5 S5 B1 K03 PA ТУ 4212-022-51453097-2006 (PI7, PI17) - 2шт.;

датчик тиску Метран 150 TG3 (0-16 кгс/см²) 2G 2 1 A S5 B1 K03 PA ТУ 4212-022-51453097-2006 (PI11) - 1шт.;

датчик тиску Метран 150 TG3 (0-16 кгс/см²) 2G 2 1 A M5 S5 B1 K03 PA ТУ 4212-022-51453097-2006 (PI21) - 1шт.;

датчик тиску Метран 150 TG4 (0-100 кгс/см²) 2G 2 1 A M5 S5 B1 K03 PA ТУ 4212-022-51453097-2006 (PI13)-1 шт.;

датчик тиску Метран 150 TG4 (0-250 кгс/см²) 2G 2 1 A S5 B1 K03 PA ТУ 4212-022-51453097-2006 (PI15)-1 шт.;

датчик тиску Метран 150 TG2 (0-4 кгс/см²) 2G 2 1 A S5 B1 K03 PA ТУ 4212-022-51453097-2006 (PI1, PI19) - 2шт.;

датчик тиску Метран 150 CD2 (0-0,63 кгс/см²) 2 2 1 1 L3 A M5 S5 K03 PA ТУ 4212-022-51453097-2006 (PDIT9)-1 шт.;

манометр МП4-У У2-4 кгс/см²-1,5-Ф ТУ 25-02.180335-84 (PI22, PI25) – 2 шт.;

манометр МП4-У У2-16 кгс/см²-1,5-Ф ТУ 25-02.180335-84 (PI23) – 1 шт.;

манометр МП4-У У2-400 кгс/см²-1,5-Ф ТУ 25-02.180335-84 (PI24) – 1 шт.;

блок клапанний 0104 М W 5 2 С 1 1 D0 2 L4 ТУ 3742-057-51453097-2009 - 1 шт.;

блок клапанний 0106 М Т 2 2 С В 1 1 2F 2 ТУ 3742 057 51453097 2009 12-шт.;

Інв. № подл.	Підп. і дата
Взам. інв. №	Підп. і дата
Інв. № дубл.	Підп. і дата

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	СУ-71.6.151.19 ПЗ	Арк.
						44

коробка CS 301410 (50RN1)-4FAL1KB(A)-1FAL2KB(A)-2FAL1KB(C)-2FAL2KB(D) ТУ 3400-005-72453807-07 – 1 шт.;

коробка CS 202012 (50RN1)-5FL1KB(A)-5FL1KB(C)-2FAL2KB(D) ТУ 3400-005-72453807-07 – 1 шт.;

термометр опору 2х Pt 100, 3-провідна схема з'єднання 90.277-F75-4М, з трансмітером 70.7010,Voith/Juchheim, вихідний сигнал 4÷20 мА (TE13а,ТТ13; TE14а,ТТ14; TE15а,ТТ15; TE16а,ТТ16;TE17а,ТТ17; TE18а,ТТ18). - 6 шт. (комплект гідромуфти);

термометр стрілочний дистанційний, тип 608225/2210, фірма Juchheim (ТІ39 – ТІ41)- 3 шт. (комплект гідромуфти);

манометр 233.50.100 (PI 3) –1 шт. (комплект гідромуфти);

вимірювальний перетворювач тиску KXD 42 050 0/6, фірма виробник - Ashcroft (PT 4). Вихідний сигнал 4÷20 мА – 1 шт. (комплект гідромуфти);

вимикач при перевищенні перепаду тиску DPD1T-M80 SS. Контактний вихідний сигнал, фірма-виробник - Barksdale (PDA 5). (комплект гідромуфти);

індикатор перепаду тиску DPD1T-M8 SS0, фірма Barksdale (PDI5) –1 шт. (комплект гідромуфти);

установочний привод (активатор) RHD 500-10 с отдельным устройством для позиционирования EBN 853, вх. сигнал: 4...20мА, вых. сигнал:4...20мА, 2 встроенных позиционных выключателя, 2 замыкающих контакти, живлення 220 В, 50 Гц, фірма-виробник- ABB (GE 7а, GC7, GA7) –1 шт. (комплект гідромуфти);

вимірювальний перетворювач числа обертів з індикатором числа обертів Тип: D 124.1S2 U2 M, діапазон вимірювання 0-3000 об/хв, вих. сигнал 4...20 мА, Фірма-виробник: Braun. (ST1, SI1, SR1) –1 шт. (комплект гідромуфти);

вимірювальний щуп числа обертів і контрольний прилад вимірювання напряму обертання А 5 S 31 В90, фірма-виробник - Braun (S1а, SS1) –1 шт. (комплект гідромуфти);

рівне вий вимикач NS6-32, 2 х SPDT контакти, фірма-виробник - Buhler (LA2) –1 шт. (комплект гідромуфти);

масляне скло FSA 254.2.0/12 (LI3) –1 шт. (комплект гідромуфти).

2 Щит керування.

3 Колонка манометрова.

Інв.№ подл.	Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Змн	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

СУ-71.6.151.19 ПЗ

Арк.

45

Таблиця А.2 - Перелік механізмів, що підлягають контролю, індикації, сигналізації

Назва механізму	Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація	Сигналізація	Реєстрація (архівація)	Регулювання	Тип електроприводу	Потужність, кВт	Напруга, В	Струм	Примітка
Механізми											
Агрегат: - Ввімкнений - Вимкнений	- -	- -	+ + +	- -	- -	-	HSWC	4200	6000	~	
Маслонасос гідромуфти R35/50FL-Z - Ввімкнений - Вимкнений	- -	- -	+ +	- -	- -	-		3	380	~	
Засувка на вході в насос: - Відкрита - Закрита	+ -	- -	+ +	- -	- -	-	-	-	-	-	
Засувка на виході з насосу: - Відкрита - Закрита	- + ¹⁾	- -	+ +	- -	- -	-	-	-	-	-	
Вентиль на лінії рециркуляції ВН12: - Відкритий - Закритий - Не відкрився	+ - -	- - -	+ + -	- - + ²⁾	- - +	-	792 – Е – 0 ^б -01	1,32	380	~	При Q ≤ 260 м ³ /ч При Q ≥ 290 м ³ /ч
Вентиль на лінії рециркуляції ВН13: - Відкритий - Закритий - Не відкрився	+ - -	- - + ³⁾	+ + -	- - + ³⁾	- - +	-	792 – Е – 0 ^б -01	1,32	380	~	
Антиконденсатний обігрівач у двигуні: - Ввімкнений - Вимкнений	- -		+ +	- -	- -	-		0,6	220	~	
Антиконденсатний обігрівач у двигуні маслонасосу гідромуфти: - Ввімкнений - Вимкнений								0.025	220	~	
¹⁾ При АВР відкрита ²⁾ Не пішов на відкриття при Q = 260 м ³ /год з витримкою часу 5 с. ³⁾ Не пішов на відкриття ВН13 з витримкою часу 5 с.											

Підп. і дата
 Підп. і дата
 Інв. № дубл.
 Інв. №
 Взам. інв. №
 Підп. і дата
 Інв. № подл.

Змн	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

СУ-71.6.151.19 ПЗ

Арк.
46

Додаток Б. Автоматизована система керування насосним агрегатом АПЕ 580–185–5.
Перелік елементів

Таблиця Б.1.

Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
<u>МЩК</u>			
A1.0	Модуль інтерфейсний мережі PROFINET, арм.STXPNS001; General Electric	1	
A1.1	Модуль аналогового вводу, 8 каналів 0–20 мА DC, арм.ST–3118; General Electric	1	
A1.2	Модуль аналогового вводу, 4 канала 0–20 мА DC, арм.ST–3114; General Electric	1	
A1.3	Модуль аналогового виводу, 4 канала 4–20 мА DC, арм.ST–4214; General Electric	1	
A1.4, A1.5	Модуль дискретного вводу, 16 каналів, 24VDC, арм.ST–121F; General Electric	2	
A1.6	Модуль дискретного вводу, 8 каналів, 24VDC, арм. ST–1218; General Electric	1	
A1.7, A1.8	Модуль дискретного виводу, 16 каналів 24VDC, арм.ST–221F; General Electric	2	
A3	Модуль контролера PACSystems RXi, арм.ICRXICTL000; General Electric	1	
A4	Комутатор промисловий FL SWITCH SFNB 5TX, арм.2891001; Phoenix Contact	1	
A5	Панель сенсорна для керування контролером PACSystems RXi, арм.ICRXIACCIDM01; General Electric	1	
E11	Амперметр перевантажувальний Э365–2, 0,6/3кА, 600/1, 50 Гц, ТУ 25.04.3720–79	1	
GV1–GV5	Джерело живлення STEP–PS/1AC/24DC/0.5, арм.2868596; Phoenix Contact	5	
GV6	Джерело живлення QUINT–PS/1AC/24DC/5, арм.2866750; Phoenix Contact	1	
H1	Кнопка грибовидна D40 мм, червона, 8LM2T B6344; Lovato electric	1	
HL1, HL3, HL5, HL7, HL9, HL11	Арматура світлосигнальна світлодіодна D22 мм, лінза зелена, 8LP2T ILB3; Lovato electric	6	

Інв. N дубл. Підп. і дата

Взам.інв. N

Підп. і дата

Інв. N подл.

Змн.	Арк.	N док.ум.	Підп.	Дата	СУ–71.6.151.19 ПЗ	Арк.
						47

Продовження таблиці Б.1.

HL2, HL4, HL6, HL8, HL10, HL12, HL15	Арматура світлосигнальна світлодіодна D22 мм, лінза біла, 8LP2T ILB8; Lovato electric	7	
HL13	Арматура світлосигнальна світлодіодна D22 мм, лінза жовта, 8LP2T ILB5; Lovato electric	1	
HL14	Арматура світлосигнальна світлодіодна D22 мм, лінза червона, 8LP2T ILB4; Lovato electric	1	
K1	Блок релеїний RIF-4-BPT/3X21, арм.2900961; Phoenix Contact	1	
K2	Блок інтерфейсний PLC серії "Sensor" PLC-RSP-230UC/1AU/SEN, арм.2967413; Phoenix Contact		
K11-K18, K21-K28 K31-K35 K41-K47	Модуль релеїний PLC-RSP- 24DC/21AU, арм.2966540; Phoenix Contact	28	
K51-58, K61-68	Модуль релеїний PLC-RSP-24DC/21, арм.2966472; Phoenix Contact	1	
M1	Вентилятор з фільтром ALFA2300BP; Alfa Electric	1	
S1	Термостат THM01; Alfa Electric	1	
SA1	Штовхач кнопковий з нерухомим роликом KB B2 S11; Lovato electric	1	
SB1	Кнопка грибовидна D40 мм, червона, 8LM2T B6344; Lovato electric	1	
SB2, SB4, SB6, SB8, SB10	Кнопка D22 мм, зелена, 8 LM2T B103; Lovato electric	5	
SB3, SB5, SB7, SB9, SB11	Кнопка D22 мм, біла, 8 LM2T B108; Lovato electric	5	

Інв. N подл.	Пізн. і дата	Взам.інв. N	Інв. N дубл.	Пізн. і дата

					СУ-71.6.151.19 ПЗ	Арк. 48
Змн.	Арк.	N докум.	Пізн.	Дата		

Продовження таблиці Б.1.

SF1,SF2	Вимикач автоматичний MB216A; Hager	2	
SF3–SF9	Вимикач автоматичний MB106A; Hager	7	
SF10–SF15	Вимикач автоматичний MC102A; Hager	6	
U1–U16	Пісилювач розгіловий MINI MCR–SL–I–I–SP, арм.2864723; Phoenix Contact	16	
UZ1	Джерело безперебійного живлення VCL 1000; General Electric	1	
W1, W2	Поговжувач живлення 14 AWGx3C, арм.P005–010; Tripp Lite	2	
W3, W4	Патч–корп 1 м, (арм.1052293); EvroMedia	2	
W5	Патч–корп 2 м, (арм.1052294); EvroMedia	1	
W6–W10	Кабель з роземом IDC20; General Electric	5	
XA1–XA4	Модуль клемний живлення CLIPLINE, PLC–ESK GY, арм.2966508; Phoenix Contact	4	
XG1	Клемник розмноження виводу блока живлення, мінусовий	1	
XL1, XL2	Клемник живлення 220 В, фазний	2	
XN1, XN2	Клемник живлення 220 В, нейтралі	2	
XPE	Клемник заземлення	1	
XS1	Розетка для монтажної рейки INTERFACE SD–D/SC, арм.2963310; Phoenix Contact	1	
XT1–XT15	Клемник прохідний	15	

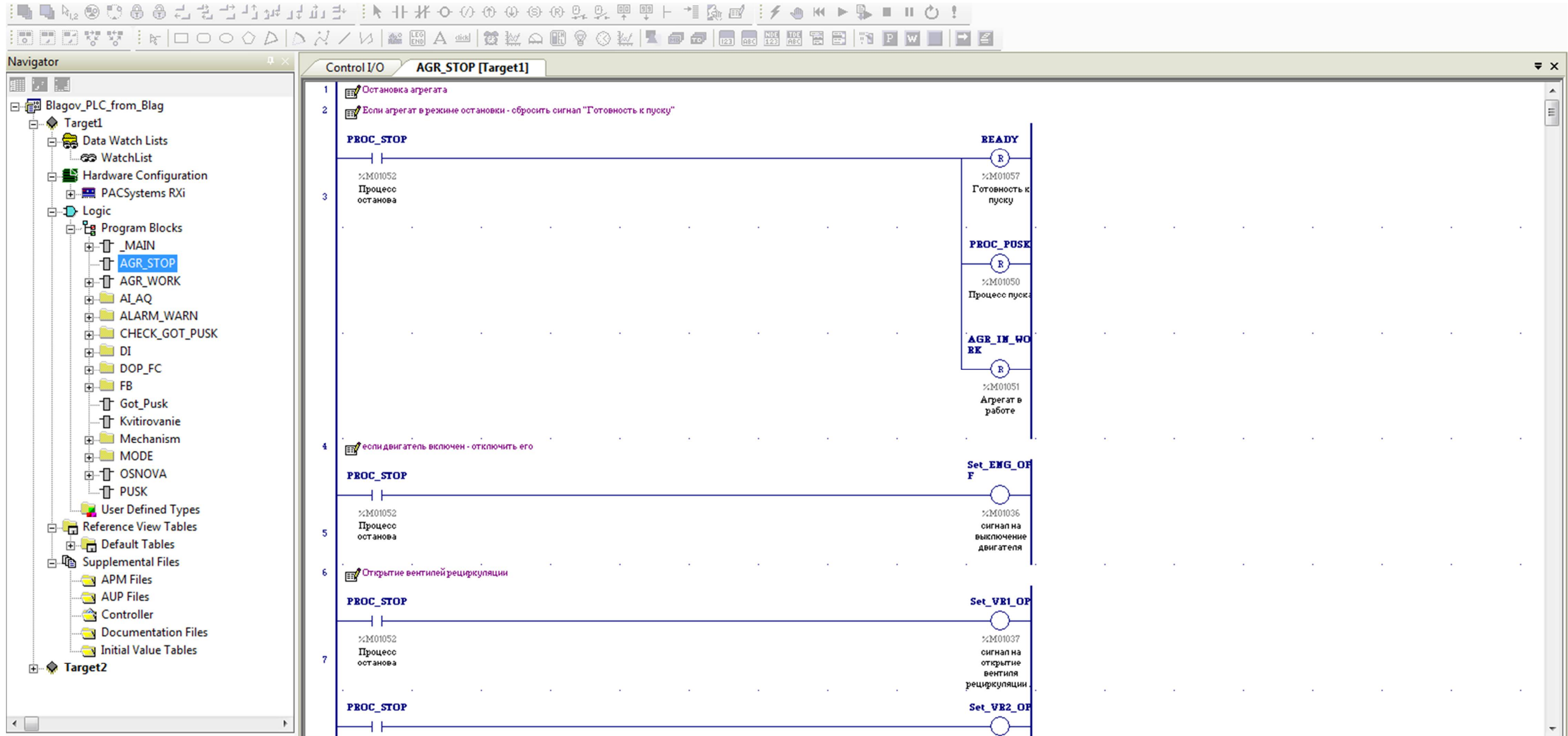
Інв. N подл.	Пізн. і дата
	Взам.інв. N
Інв. N дубл.	Пізн. і дата
	Інв. N
Інв. N	Пізн. і дата
	Інв. N

Змн.	Арк.	N докум.	Пізн.	Дата

СУ–71.6.151.19 ПЗ Арк. 49

Додаток В Фрагмент прикладної програми ПЛК

Зупинка агрегата



Підп. і дата	
Взам. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	Інв. № подл.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп. Дата

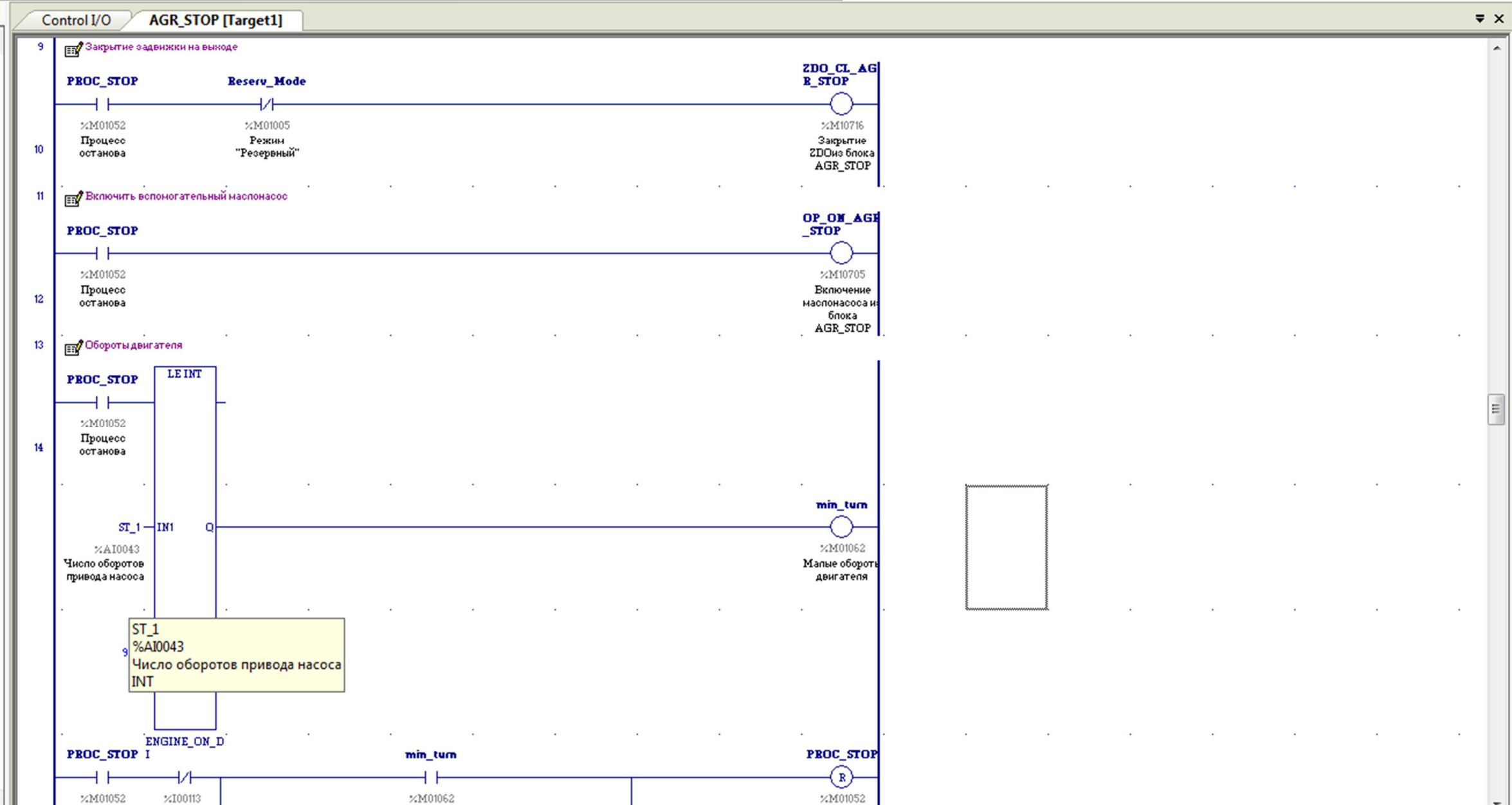
СУ-71.6.151.19 ПЗ

Арк.
50



Navigator

- Blagov_PLC_from_Blag
 - Target1
 - Data Watch Lists
 - WatchList
 - Hardware Configuration
 - PACSystems RXi
 - Logic
 - Program Blocks
 - _MAIN
 - AGR_STOP
 - AGR_WORK
 - AI_AQ
 - ALARM_WARN
 - CHECK_GOT_PUSK
 - DI
 - DOP_FC
 - FB
 - Got_Pusk
 - Kvitirovanie
 - Mechanism
 - MODE
 - OSNOVA
 - PUSK
 - User Defined Types
 - Reference View Tables
 - Default Tables
 - Supplemental Files
 - APM Files
 - AUP Files
 - Controller
 - Documentation Files
 - Initial Value Tables
 - Target2



Инв.№ подл.	Підп. і дата
Взам. інв.№	Інв.№ дубл.
Підп. і дата	

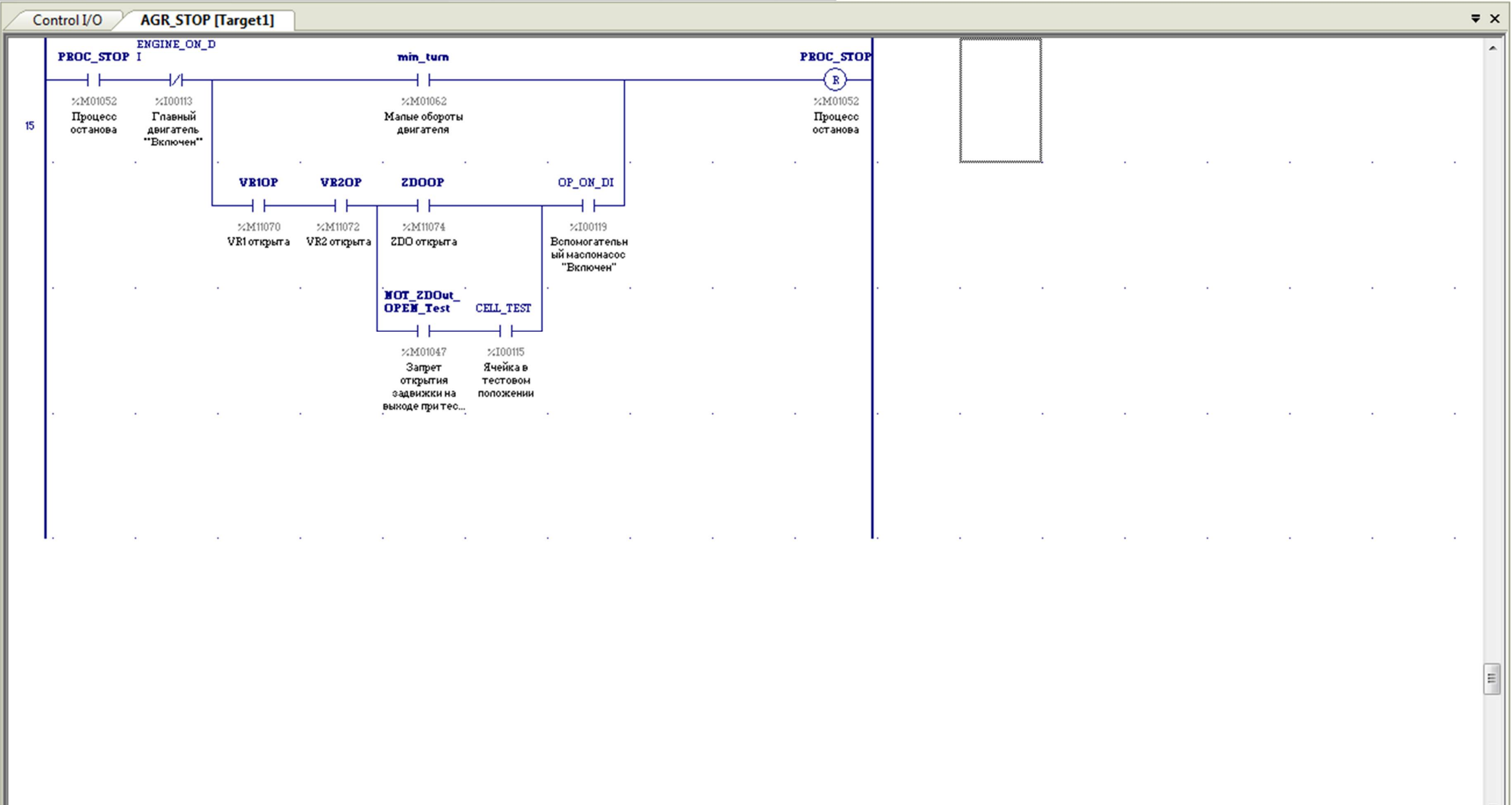
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

СУ-71.6.151.19 ПЗ



Navigator

- Blagov_PLC_from_Blag
 - Target1
 - Data Watch Lists
 - WatchList
 - Hardware Configuration
 - PACSystems RXi
 - Logic
 - Program Blocks
 - _MAIN
 - AGR_STOP
 - AGR_WORK
 - AI_AQ
 - ALARM_WARN
 - CHECK_GOT_PUSK
 - DI
 - DOP_FC
 - FB
 - Got_Pusk
 - Kvitirovanie
 - Mechanism
 - MODE
 - OSNOVA
 - PUSK
 - User Defined Types
 - Reference View Tables
 - Default Tables
 - Supplemental Files
 - APM Files
 - AUP Files
 - Controller
 - Documentation Files
 - Initial Value Tables
 - Target2

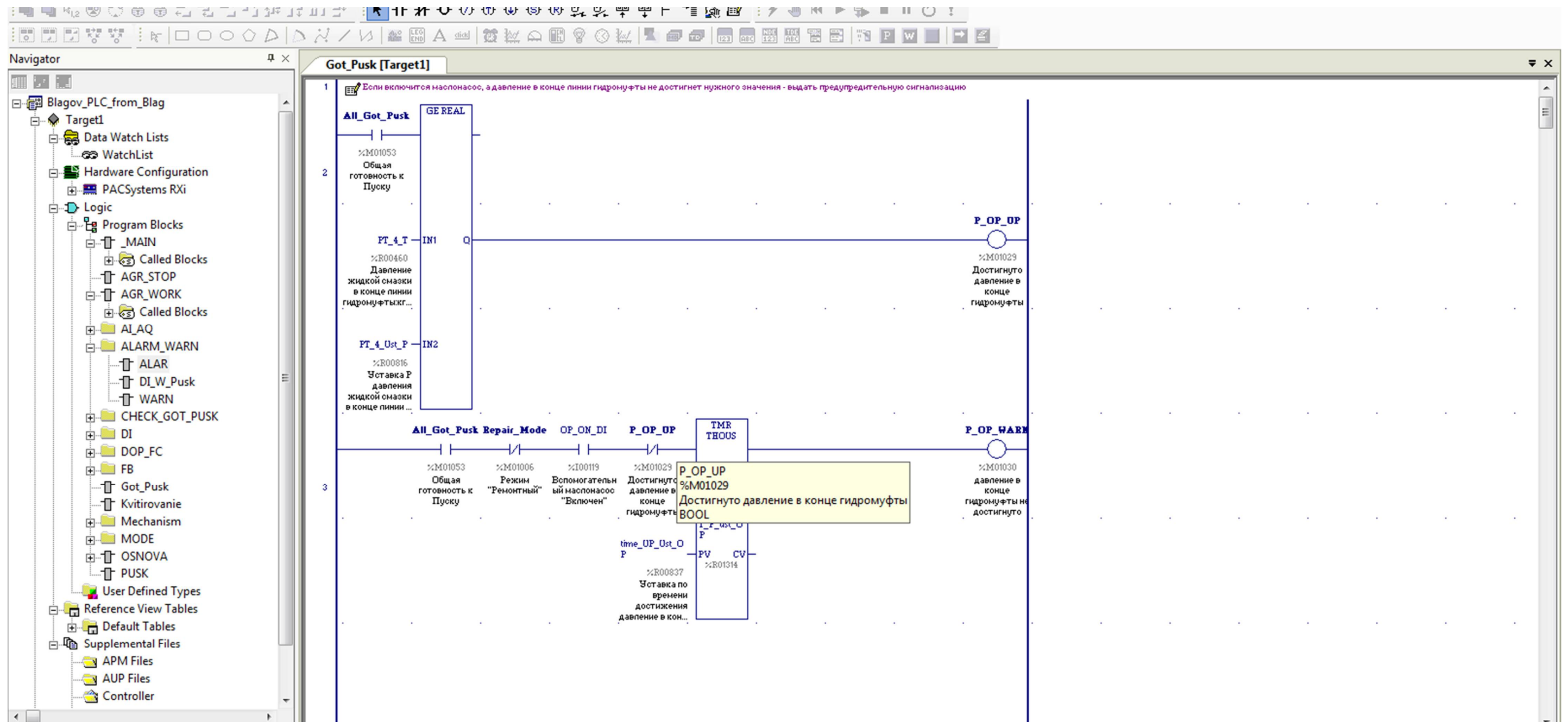


Инв.№ подл.	Підп. і дата
Взам. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

СУ-71.6.151.19 ПЗ

Аварійна сигналізація



Инв.№ подл.	Підп. і дата
Взам. інв. №	Підп. і дата
Инв. № дубл.	

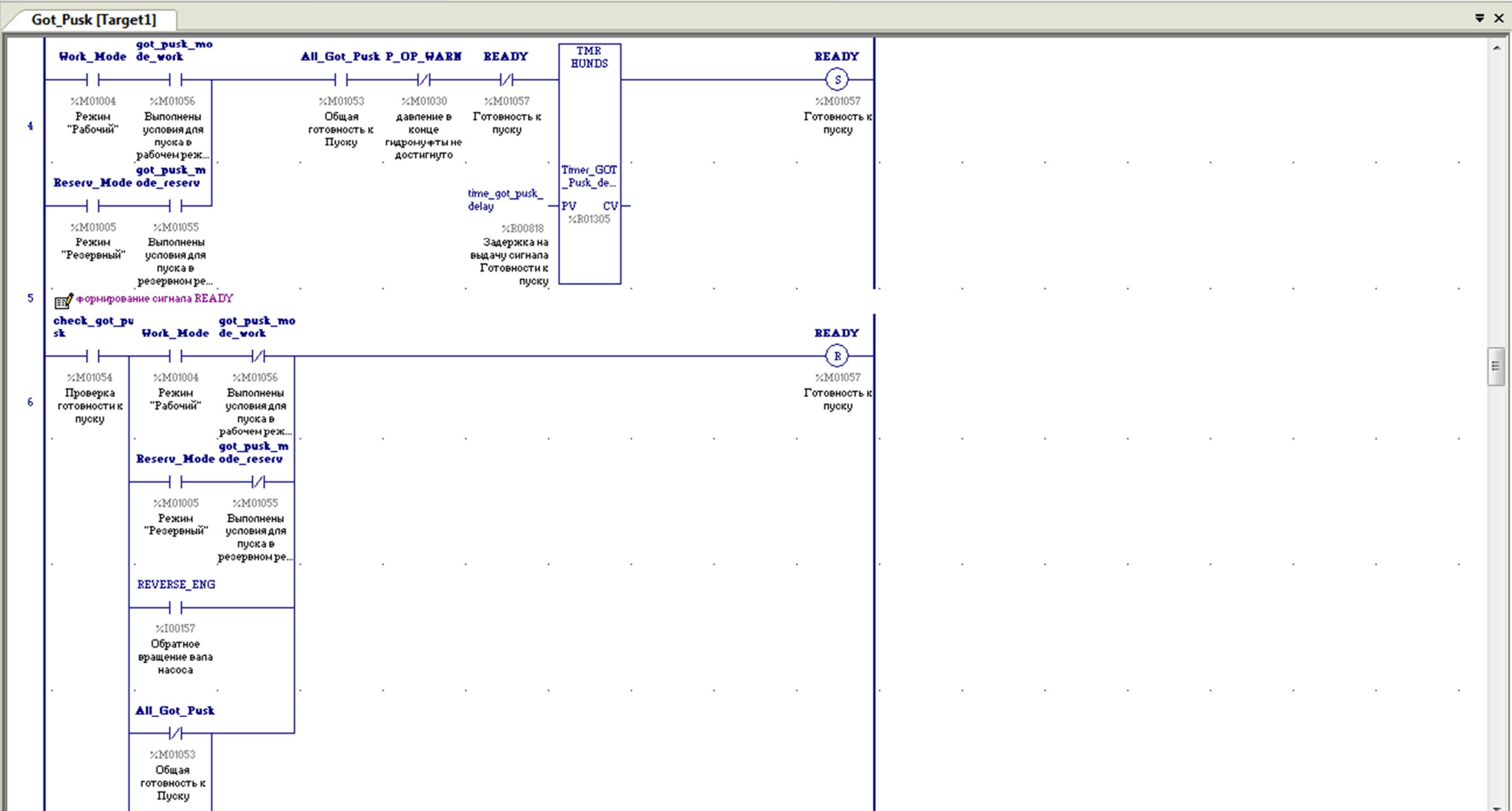
Змн.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
------	------	----------	-------	------

СУ-71.6.151.19 ПЗ



Navigator

- Blagov_PLC_from_Blag
 - Target1
 - Data Watch Lists
 - WatchList
 - Hardware Configuration
 - PACSystems RXi
 - Logic
 - Program Blocks
 - _MAIN
 - Called Blocks
 - AGR_STOP
 - AGR_WORK
 - Called Blocks
 - AI_AQ
 - ALARM_WARN
 - ALAR
 - DI_W_Pusk
 - WARN
 - CHECK_GOT_PUSK
 - DI
 - DOP_FC
 - FB
 - Got_Pusk
 - Kvitirovanie
 - Mechanism
 - MODE
 - OSNOVA
 - PUSK
 - User Defined Types
 - Reference View Tables
 - Default Tables
 - Supplemental Files
 - APM Files
 - AUP Files
 - Controller



| | |
|-------------|--------------|
| Инв.№ подл. | Підп. і дата |
| Взам. інв.№ | Підп. і дата |
| Инв.№ дубл. | Підп. і дата |

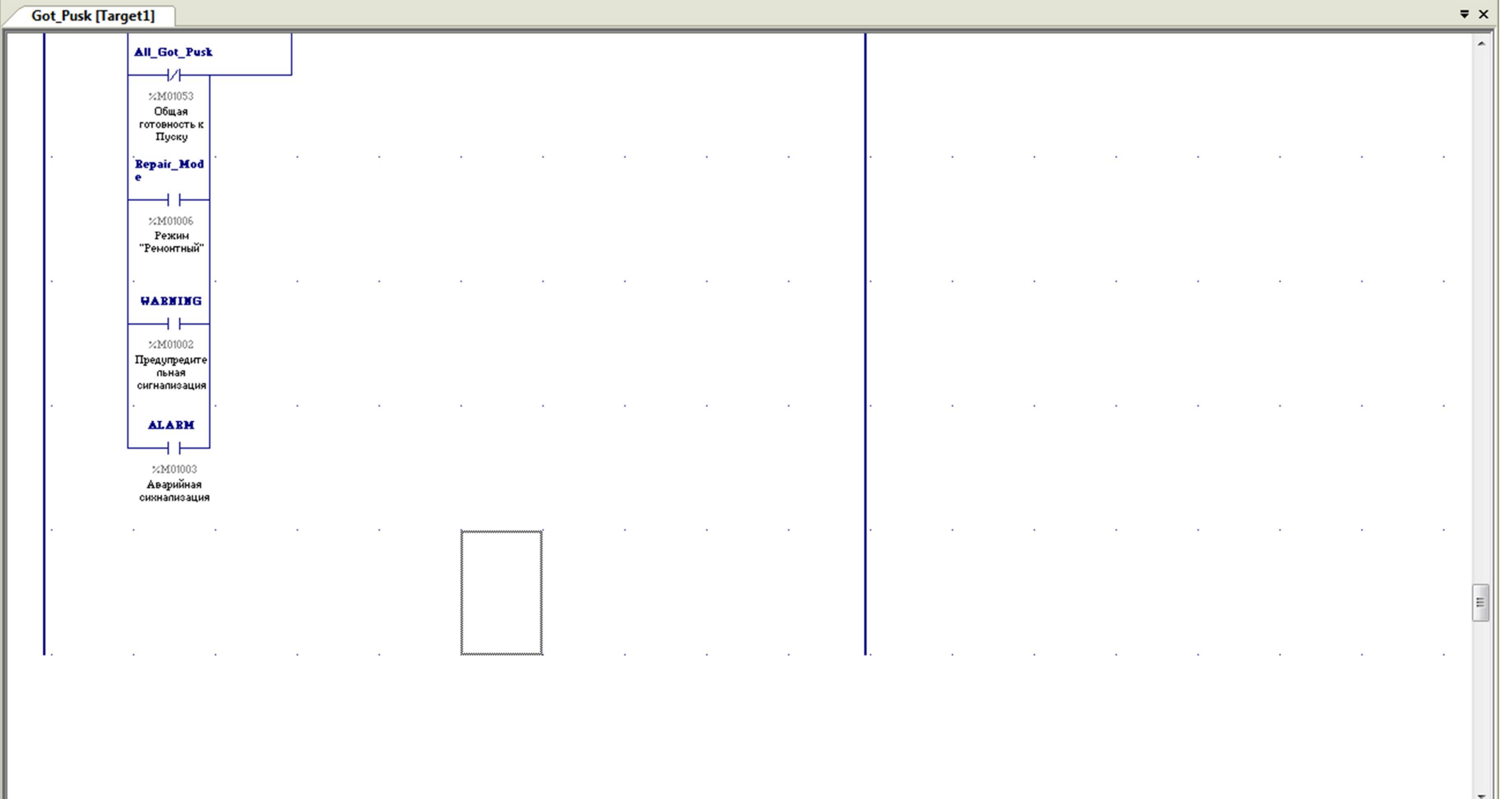
| | | | | |
|------|------|----------|-------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

СУ-71.6.151.19 ПЗ



Navigator

- Blagov_PLC_from_Blag
 - Target1
 - Data Watch Lists
 - WatchList
 - Hardware Configuration
 - PACSystems RXi
 - Logic
 - Program Blocks
 - _MAIN
 - Called Blocks
 - AGR_STOP
 - AGR_WORK
 - Called Blocks
 - AI_AQ
 - ALARM_WARN
 - ALAR
 - DI_W_Pusk
 - WARN
 - CHECK_GOT_PUSK
 - DI
 - DOP_FC
 - FB
 - Got_Pusk
 - Kvitirovanie
 - Mechanism
 - MODE
 - OSNOVA
 - PUSK
 - User Defined Types
 - Reference View Tables
 - Default Tables
 - Supplemental Files
 - APM Files
 - AUP Files
 - Controller



| | |
|--------------|--------------|
| Инв.№ подл. | Підп. і дата |
| Взам. інв. № | Інв. № дубл. |
| Підп. і дата | |
| | |

| | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|
| | | | | |
| Змн | Арк. | № докум. | Підп. | Дата |

СУ-71.6.151.19 ПЗ