

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно- інтегрованих технологій, автоматизації,
електроінженерії та радіоелектроніки
(повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри АТ
В.В. Поцєпаєв

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” 2020 р.

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка системи автоматизації насосної станції ями окаліни»

Виконав : студент 4 курсу, групи АКТз-16
(шифр групи)

спеціальності

151 Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Красніков С.О.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник ст. викладач каф. АТ Жовтобрух С.А.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

*Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.*

Студент
(підпис)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно- інтегрованих технологій, автоматизації,
електроінженерії та радіоелектроніки
(повне найменування інституту, назва факультету)

Автоматика та телекомунікації

(повна назва кафедри)

Захист відбувся _____
(дата)

з оцінкою _____

секретар ДЕК _____
(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка системи автоматизації насосної станції ями окаліни»

Виконавець студент групи _____	С.О. Красніков
	(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Керівник _____	С.А. Жовтобрух
	(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Зав. каф. автоматики та телекомунікацій _____	В.В. Поцєпаєв
	(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Консультанти _____	С.А. Жовтобрух
	(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

_____	(підпис, дата) (ініціали, прізвище)
-------	--

_____	(підпис, дата) (ініціали, прізвище)
-------	--

Нормоконтролер _____	Д.О. Жуковська
	(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Покровськ – 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації
електроінженерії та радіоелектроніки

Кафедра автоматика та телекомунікації

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

_____/ В.В.Поцєпаєв
“ ____ ” ____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Краснікову Сергію Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: «Розробка системи автоматизації насосної станції ями
окаліни»

керівник проекту Жовтобрух С.А. ст. викладач каф. АТ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: НДРС, практика _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- 1) Загальні відомості про базове підприємство
- 2) Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації. Мета проектування та вимоги до пристрою автоматизації
- 3) Обґрунтування напрямку автоматизації.....
- 4) Обґрунтування та розробка схемотехнічного рішення пристрою автоматизації
- 5) Розробка компонувальних рішень системи автоматизації.
- 6) Вимоги безпеки під час роботи

5. Перелік графічного матеріалу: _____ електронна
презентація _____

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальне керівництво	Жовтобрух С.А.		
Аналіз технологічного процесу як об'єкту управління	Жовтобрух С.А.		
Аналіз існуючих рішень задачі автоматизації	Жовтобрух С.А.		
Обґрунтування прийнятого напрямку розв'язання завдання кваліфікаційної роботи	Жовтобрух С.А.		
Охорона праці і екологія	Жовтобрух С.А.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання	Примітка
1	Аналіз технологічного процесу як об'єкту управління	20.04.20	
2	Аналіз існуючих рішень задачі автоматизації	25.04.20	
3	Обґрунтування прийнятого напрямку розв'язання завдання кваліфікаційної роботи	08.05.20	
4	Огляд засобів збору технологічної інформації	15.05.20	
5	Охорона праці і екологія	17.05.20	
6	Алгоритмізація наведених принципів управління	30.05.20	
7	Оформлення проекту	10.06.20	
8	Захист проекту	18.06.20	

Студент _____ Красніков С.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Жовтобрух С.А..
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада П.І.Б.	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Красніков Сергій Олександрович «Розробка системи автоматизації насосної станції ями окаліни» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2020.

Робота містить 70 сторінок, 14 рисунків, 8 таблиць.

Об'єкт дослідження – Насосна станція ями окаліни

Мета роботи – Розробити систему автоматизації насосної станції ями окаліни

.

Ключові слова: ЯМИ ОКАЛІНИ, ДАТЧИК, МІКРОКОНТРОЛЕР, СХЕМА, ЛИСТОПРОКАТНИЙ СТАН, ПЕЧАТНА ПЛАТА, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗОВЕ ПІДПРИЄМСТВО.....	9
1.1 Характеристика підприємства	9
1.2 Електропостачання підприємства	10
1.3 Технологія виробництва великогабаритних листів.....	12
1.4 Гідрозбів окалини	20
1.5 Очищення та використання стічних вод листопрокатного цеху	24
Висновки до розділу 1	
2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ. МЕТА ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИМОГИ ДО ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	32
3 ОБҐРУНТУВАННЯ НАПРЯМКУ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	36
3.1 Вибір рівнеміра	36
3.2 Вибір датчика температури	42
4 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СХЕМОТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ПРИСТРОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ	44
5 Розробка компонувальних рішень системи автоматизації.....	49
6 Вимоги безпеки під час роботи.....	59
ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66
ДОДАТОК А. Специфікація елементів.....	67
ДОДАТОК Б. Зовнішній вигляд датчика рівня.....	68
ДОДАТОК В. Зовнішній вигляд сигналізатору рівня	69
ДОДАТОК Г. Зовнішній вигляд термометра опору	70

ВСТУП

Сучасні умови темпи росту економіки зумовлюють потребу підвищення технічного рівня виробництва, а також підвищення його ефективності, з метою створення умов для випуску конкурентоспроможної продукції. У зв'язку з цим, металургійними підприємствами активно освоюються стратегічні напрямки технічного переозброєння.

Сьогодні автоматизація виконується із застосуванням мікропроцесорної техніки. Автоматика виконує більшість функцій, які вимагають від людини колосальних фізичних або розумових затрат, при цьому набагато швидше робітників, а також виключає "людський фактор".

Метою даного дипломного проекту є автоматизація насосної станції ями окалини.

З цією метою запропонована і впроваджена система автоматизації насосної станції ями окалини.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗОВЕ ПІДПРИЄМСТВО

1.1. Характеристика підприємства

Сучасний металургійний комбінат «Азовсталь» складається з великого числа цехів, насичених різноманітним обладнанням, пов'язаних між собою технологічним процесом. До складу заводу, крім основних цехів, входять також допоміжні та супутні цехи, відділення, станції і окремі агрегати.

Комбінат «Азовсталь» є заводом з повним, або закінченим металургійним циклом. Такий завод включає наступні взаємопов'язані технологічні основні цехи:

1. Доменний цех, в якому виплавляється чавун переважно для власних потреб заводу - для подальшого переплавлення в сталь.
2. Сталеплавильні цехи переробляють чавуну у сталь. Як паливо вони використовують природний і доменний газ.
3. Прокатні цехи працюють на гарячих злитках, що надходять з сталеплавильних цехів.
4. Також є цех агломерації. Агломерат відправляється в якості шихти в доменний цех.

Основною товарною продукцією комбінату «Азовсталь» є металопрокат: листова сталь, сорт (балка, кут, швелер), рейки, заготовки для труб.

Основною товарною продукцією комбінату «Азовсталь» є металопрокат: листова сталь, сорт (балка, кут, швелер), рейки, заготовки для труб.

Невід'ємною частиною життєдіяльності кожного цеху, відділення, а також всього заводу в цілому є внутрішньо цеховий і між цеховий транспорт і вантажопідіймальні засоби: електромостові крани, кран-балки, різні конвеєри, тельфери та інші вантажопіднімальні механізми, що забезпечують нормальну роботу в процесі виробництва металів.

1.2 Електропостачання підприємства

Живлення електроенергією здійснюється від шин районної понижувальної підстанції напругою 330/110 кВ і від двох ТЕЦ, що працюють на доменному і коксовому газах. До шин 330 кВ районної підстанції підключені чотири трансформатори потужністю по 250 МВ * А напругою 330/110 кВ. Генератори ТЕЦ потужністю по 80 і 175 МВт включені за схемою блок генератора-трансформатор 110 кВ на шини 110 кВ. Між секціями шин 110 кВ передбачені реактори Р, завдяки чому при зниженні напруги на одній із секцій на інших зберігається нормальна напруга і, отже, секції, відповідно до ПУЕ, є незалежними джерелами живлення. Шини 110 кВ районної підстанції розділені на незалежні системи. Таким чином забезпечується високий ступінь надійності електропостачання у всіх можливих ситуаціях. Система шин 330 кВ районної підстанції з'єднана з шиною 110 кВ ТЕЦ погоджують трансформатори потужністю по 200 МВ * А напругою 330/110 кВ.

Приймання електроенергії від джерел (РПП і ТЕЦ) здійснюється на чотири вузлові розподільні підстанції УРП 110 кВ, від яких енергія розподіляється кабельними лініями 110 кВ для трансформаторів підстанцій глибоких введів ПГВ. Харчування кожного УРП здійснюється по чотирьох лініях 110 кВ: дві лінії від двох різних секцій ТЕЦ і дві — від двох незалежних систем шин 110 кВ районної підстанції. Кожна лінія розрахована на половину навантаження УРП з урахуванням взаємного резервування. На УРП секції шин працюють окремо: при посадці напруги на одній з чотирьох секцій на інших зберігається нормальна напруга.

Трансформатори ПГВ встановлюються відкрито, біля великих цехів. Число трансформаторів на ПГВ прийнято в залежності від характеру живляться від них навантажень. На ПГВ 3, 5, 7, 8 передбачено по три трансформатори з міркувань підтримки рівня напруги, розвитку навантажень і надійного резервування; від цих підстанцій живляться електроприймачі особливої групи.

На ПГВ 10-13, що живлять прокатні цехи, встановлено по чотири трансформатори, два з яких живлять спокійне навантаження і два — ударне навантаження. На ПГВ 4 електровоздуходувної станції з дуже великої концентрованої навантаженням встановлено п'ять трансформаторів для харчування за схемою блоку лінія - трансформатор п'яти двигунів електровоздуходувок потужністю по 60 МВт, тобто фактично кожен блок представляє собою як би окрему ПГВ.

Розподіл електроенергії на другому ступені системи електропостачання здійснюється кабельними лініями 10 кВ безпосередньо від ПГВ або через цехові розподільні пункти РП.

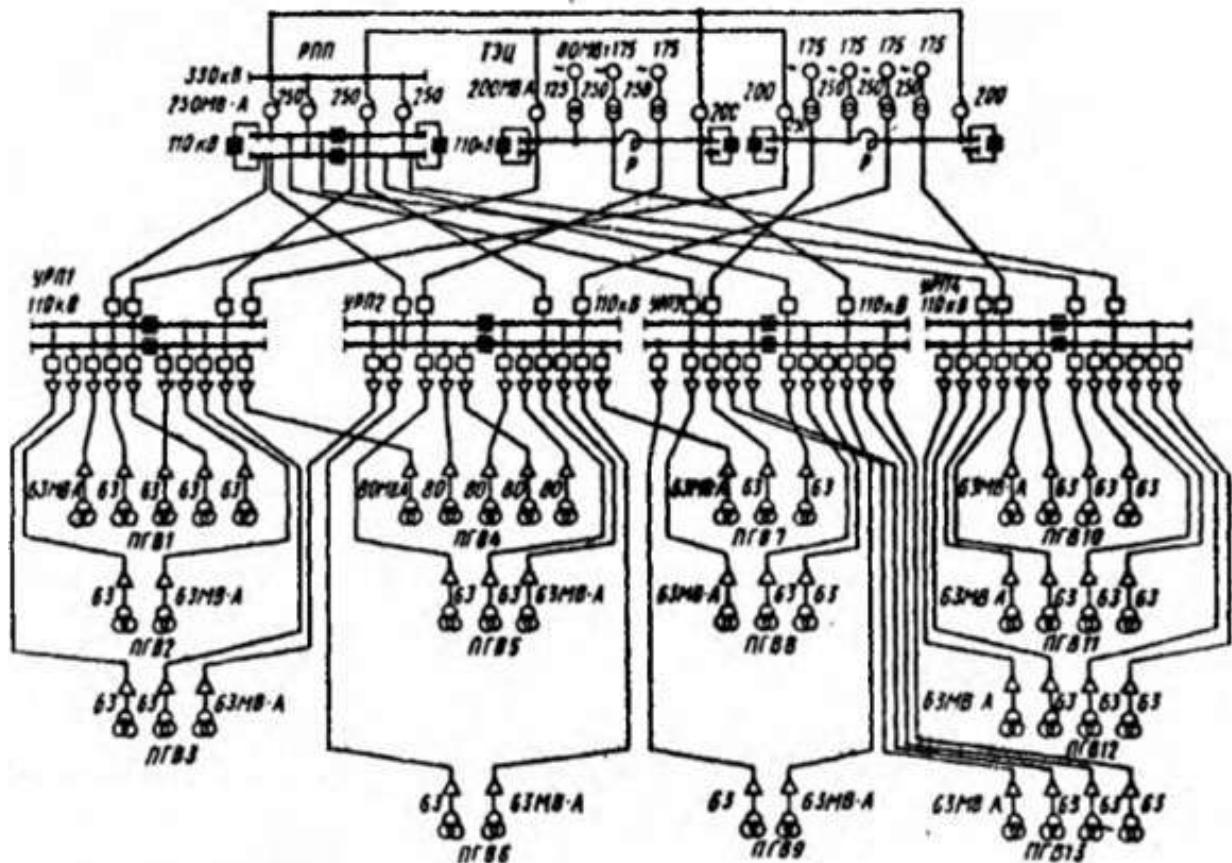


Рисунок 1.1 - Схема електропостачання першого ступеня заводу «Азовсталь»

На рисунку 1.2. представлена схема електропостачання листопрокатного цеху, в якому встановлений слябінг, широкосмуговий стан гарячої прокатки та стан холодної прокатки (на схемі не показаний).

На понижувальній підстанції ТП встановлені два трансформатори 110 / 10,5 кВ по 60 МВ * А кожен. Підстанція отримує живлення по двох лініях 110 кВ, за схемою блоку лінія-трансформатор. В основних цехах передбачені цехові підстанції з трансформаторами напругою 10,5 / 4 кВ для живлення дрібних споживачів і освітлювальних мереж. Потужні синхронні електродвигуни М1, М2 підключені до шин 10,5 кВ розподільчого пристрою підстанції РП.

Живлення двигунів постійного струму чистової групи клітей здійснюється від тиристорних перетворювачів, підключених до шин 10,5 кВ РП.

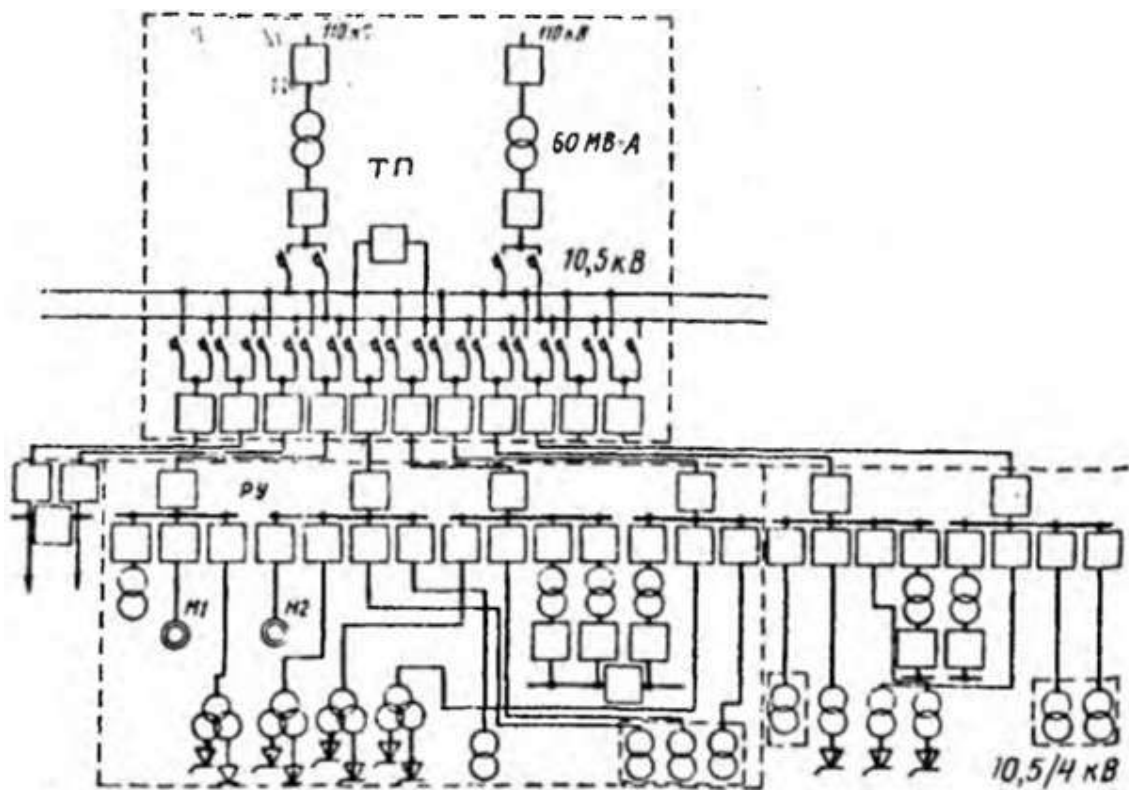


Рисунок 1.2 - Схема електропостачання листопрокатного цеху

1.3 Технологія виробництва великогабаритних листів.

Стан призначений для прокатки листів і плит, розміри яких знаходяться в межах: товщина 6-200 мм; ширина 1500-3300 мм; довжина 6000-24400 мм (листи) і товщина 110-250 мм; ширина 1100-1900 мм; довжина 12000 мм (плити). У якості вихідного матеріалу при прокатці товстих листів використовуються злитки масою від 10 до 30 т, товщиною від 400 до 950 мм

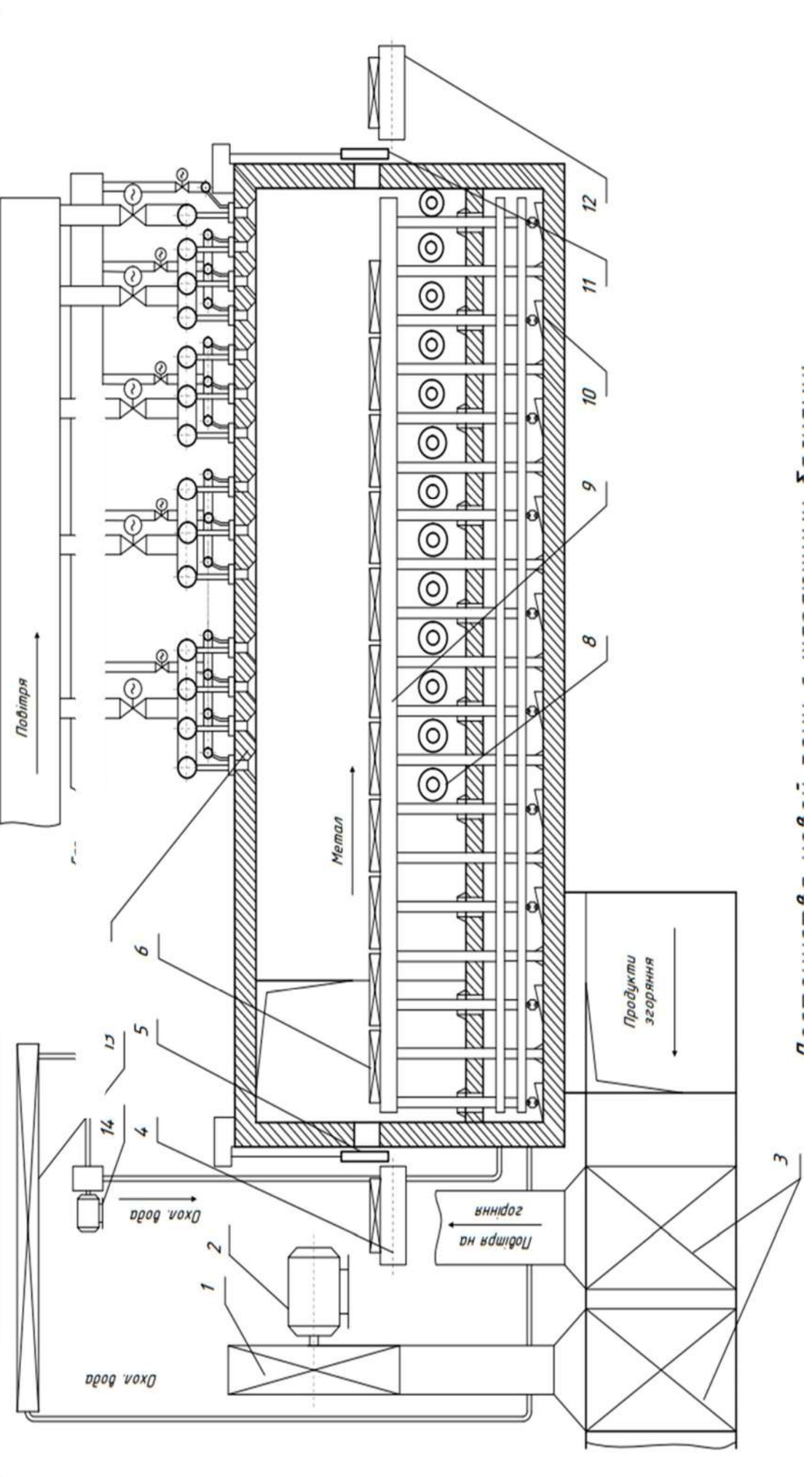
Таблиця 1.1 - Тепловий режим методичних печей стану 3600.

Група сталі	1	1	2	2
Продуктивність печі, т/год.	38	129	38	129
Температура, °С, не вище				
----- томильна зона	1210	1230	1200	1220
----- I зварювальна зона	1270	1290	1260	1280
----- II зварювальна зона	1220	1250	1200	1220
----- в кінці печі	900	900	850	850
Тривалість нагріву слябів різної товщини(мм), год-хв.				
----- 150	2-15	2-15	2-30	2-30
----- 200	3-00	3-00	3-20	3-20
----- 250	3-45	3-45	4-10	4-10
----- 300	4-30	4-30	5-00	5-00
----- 350	5-15	5-15	5-50	5-50

Перша робоча кліть з вертикальним розташуванням валків діаметром 900 мм і довжиною бочки 1400 мм забезпечує отримання необхідної ширини перед прокаткою в кліті з горизонтальним розташуванням валків. При обтисненні по ширині в першій кліті пічна окалина на поверхні сляба руйнується і змивається водою під тиском 10 МПа щоб уникнути заочування її в листи. Привід валків першої кліті здійснюється від електродвигуна потужністю 850 кВт.

Рисунок 1.4 - Схема розміщення обладнання нагрівальної печі

- 1) вентилятор; 2) електродвигун; 3) рекуператор; 4) ролганг завантаження; 5) заслінка вікна посада; 6) сльоб що нагрівається; 7) палыник на склепіні; 8) бічні палыники; 9) подові труби; 10) механізм переміщення бабок; 11) заслінка вікна видачі; 12) ролганг видачі; 13) суха градіня; 14) циркуляційний насос;



Друга робоча кліть з горизонтальним розташуванням валків діаметром 1130 мм і довжиною бочки 3600 мм забезпечує чорнову прокатку. Прокатка здійснюється в реверсивному режимі. Кожен валок приводиться в обертання від окремого електродвигуна потужністю - 2950 кВт.

Максимальне обтиснення за прохід становить 40-45 мм. Товщина підкату після чорнової кліті визначається товщиною готового листа. Правильна задача металу в валки забезпечується маніпуляторами, встановленими з передньої та задньої сторін чорнової кліті.

Після прокатки в непарне число проходів в чорновій кліті підкат по рольгангу надходить для остаточної прокатки в чистову кліть.

Чотирихвалкова чистова кліть виконана універсальною, з передньої сторони кліті передбачені валки діаметром 700 і з довжиною бочки 150 мм з вертикальним розташуванням, якими формуються бічні крайки листа. Робочі горизонтальні валки діаметром 800 і з довжиною бочки 2800 мм передають зусилля на опорні валки діаметром 1400 і з довжиною бочки 2800 мм.

Привод робочих валків чистової кліті здійснюється від електродвигуна 8800 кВт.

Чистова універсальна кліть також обладнана маніпуляторами з передньої й задньої сторін. Готові листи рольгангом транспортуються до прольоту обробки.

У відвідному рольгангу стану і транспортному рольгангу холодильника вбудовані роликові правильні машини. Після правки та охолодження листи оглядаються. Для кантування листів на 180° передбачений кантувач вилочного типу.

У потоці проводиться різання листів на мірні довжини (до 18 м) на ножицях з похилими ножами, проводиться обрізка крайок на дискових ножицях або ножицях з похилими ножами (при товщині > 25 мм), далі йдуть операції таврування, нанесення трафарету та упакування.

Річна продуктивність товстолистового стану становить 1950 тисяч тон.

Таблиця 1.2 - Енергосилові і температурні параметри прокатки листів 16,5 x 2120мм зі сталі 17ПСУ з слябів 200x1500x2300-2750 мм (температура кінця прокатки в чорновій кліті 1060-1095 °С, в чистовій кліті 1050-1070 °С)

Чорнова кліть					Чистова кліть				
Номер проходу	Обтиснення, мм	Зусилля прокатки, МН	Загальний крутний момент, МН * м	Частота обертання, об / хв	Номер проходу	Обтиснення, мм	Зусилля прокатки, МН	Загальний крутний момент, МН * м	Частота обертання, об / хв
1	30-35	22,0-27,0	3,00-4,15	37	1	13,4-15,6	23,0-24,0	1,80-2,00	81
2к	29-38	29,0-33,0	3,30-5,00	41	2	13,6-14,0	22,0-29,0	2,20-2,40	82
3	27-33	25,0-28,0	2,75-3,70	55	3	10,5-11,1	22,7-32,0	1,75-2,25	85
4	22-25	22,5-28,5	2,90-3,60	54	4	6,5-7,5	27,0-30,0	1,45-1,65	83
5	17-20	22,5-26,5	1,90-2,50	61	5	3,3-4,2	19,6-20,7	0,75-0,90	86

Примітка: Ширина розкоту в проходах 1-2 чорнової кліті 2300-2750 мм, в інших проходах чорнової кліті і у всіх проходах чистової кліті 2120мм

Таблиця 1.3 - Енергосилові і температурно-деформаційні параметри прокати листів 19,8 х 2120мм зі сталі 10сп з слябів 240х1550х2600 мм (температура кінця прокатки в чорновій кліті 1025-1040 °С, в чистовій кліті 1010-1020 °С)

Чорнова кліть					Чистова кліть				
Номер проходу	Обтиснення, мм	Зусилля прокатки, МН	Загальний крутний момент, МН * м	Частота обертання, об / хв	Номер проходу	Обтиснення, мм	Зусилля прокатки, МН	Загальний крутний момент, МН * м	Частота обертання, об / хв
1	15	24,0-27,0	3,00-4,00	29-33	1	14,6-16,6	26,0-27,0	2,10-2,50	75-82
2	15-35	26,0-30,0	2,70-4,40	28-36	2	11,8-12,0	27,0-28,0	1,80-2,40	80-82
3к	17-25	23,0-29,0	2,60-3,10	31-38	3	8,1-8,5	24,0-26,0	1,20-1,40	85
4	33-34	27,0-28,0	4,00-4,40	34-36	4	4,7-5,2	20,0-21,0	0,91-1,05	85-87
5	30-32	28,0-30,0	3,45-3,90	32-37	5	2,2-2,24	16,0-17,0	0,65-0,75	87
6	28-30	31,5-33,5	3,90-4,20	36-37					
7	26-28	33,0-36,0	3,70-4,00	35-37					

Примітка: Ширина розкоту в проходах 1-3 чорнової кліті 2600 мм, в інших проходах чорнової кліті і у всіх проходах чистової кліті 2120мм

Таблиця 1.4 - Енергосилові і температурно-деформаційні параметри прокатки листів 26, 8х2920 мм зі сталі 09Г2С з слябів 200х1400х2300-2900 мм (температура кінця прокатки в чорновій кліті 1040-1070 °С, в чистовій кліті 1020-1030 °С)

Чорнова кліть					
Обтіснен ня, мм	Зусилля прокатки, МН	Загальний крутний момент, МН * м	Частота обертання , об / хв	Номер проходу	
1	24-25	22,5-27,5	2,50-3,40	57	
2	26-31	23,0-33,0	3,40-5,10	51	
3	27-32	31,5-35,0	3,80-4,30	53	
4к	20-22	27,5-31,0	3,15-3,50	55	
5	25-26	39,0-42,0	3,40-3,60	50	
6	17-19	36,0-41,5	3,50-3,55	53	
Примітка: Ширина розкогу в проходах 1-4 чорнової кліті 2300-2900 мм, в інших проходах чорнової кліті і у всіх проходах чистої кліті 2920мм					

Наявність окалини на поверхні прокочується матеріалу має негативний вплив, який проявляється в таких фактах. Наявність окалини на заготівлі при недостатньо ефективному її видаленні веде до її розвальцьовуванні та отримання після катання прокату з поверхневими дефектами, що знижує якість (сорт і зовнішній вигляд) поверхні кінцевого виробу. А її видалення викликає значні додаткові витрати праці та підвищує собівартість продукції. Окалина у внутрішній структурі готового прокату, знижує його механічні властивості. Вторинна окалина володіє значно більшою твердістю і міцністю, ніж матеріал прокатних валків, що призводить до їх абразивного зношування і зниження довговічності прокатного обладнання. Крім того, наявність розвальцьованої на поверхні прокату окалини погіршує умови для наступних технологічних операцій, таких як лакування, оцинкування або іншому покритті.

Найбільш ефективним способом видалення окалини є гідравлічний. Гідравлічне видалення окалини (гідрозбів, hydraulic descaling) - видалення окалини з поверхні металу під час гарячого прокату водою під високим тиском. Для полегшення збивши окалини, струменя води з сопел направляються під кутом проти руху металу. Гідрозбів широко використовують в прокатному виробництві для видалення як пічної, так і вторинної окалини.

1.4 Гідрозбів окалини

Гідрозбів окалини застосовується для видалення окалини з металевих поверхонь, нагрітих в печі. Цей спосіб є високоефективним, оскільки утворення окалини відбувається через первинного нагріву виробу. Також окалина з'являється після прокату деталі, що проводиться під впливом високої температури. Окалина своєю чергою погіршує якість заготовки в цілому і знижує її стійкі властивості. Якщо належним чином не буде очищена деталь, то такий металевий виріб буде вважатися бракованим, і прослужить не так довго, як повинно.

Установка гідрозбиву окалини, включає наступні позиції:

1. Автоматичний фільтр зворотного промивання 160 м³ / год, фільтраційний елемент SS 100 μm, з цифровим управлінням, з відповідними приварними фланцями
2. Насосна станція із загальним тиском нагнітання 300 бар, що складається з чотирьох основних і одного резервного трьохлунжерного насосів (витрата 340 (л/хв), тиском нагнітання 33 МПа). Плунжерні насоси мають:
 - 2.1.1. Керамічні плунжери,
 - 2.1.2. Систему примусового змащення, з вбудованим зубчастим редуктором і охолодженням
 - 2.1.3. Запобіжний клапан,
 - 2.1.4. Двигун потужністю 250 кВт, 1500 обор / хв.,
 - 2.1.5. Муфту з високим крутним моментом,
 - 2.1.6. Гаситель пульсацій високого тиску на всмоктуванні
 - 2.1.7. Вхідний відсічний клапан високого тиску,
 - 2.1.8. Опорну раму,
 - 2.1.9. Реле тиску на всасі насоса,
 - 2.1.10. Зворотний клапан,
 - 2.1.11. Швидкодійний розвантажувальний пристрій,
 - 2.1.12. Розподільну коробку ip55, з вбудованим контролем за:
 - 2.1.12.1.1. Низьким тиском води,
 - 2.1.12.1.2. Низьким тиском мастильного масла
 - 2.1.12.1.3. Високою температурою мастильного масла.
3. Датчик тиску з розрахунковими параметрами на 63 МПа з гасителем пульсації
4. Трубопровід низького тиску з вуглецевої сталі, фітинги, запірні і регулювальні арматури насосної станції високого тиску / фільтру
5. Труби високого тиску зі спеціальної сталі та фітинги від насоса високого тиску до колектора для гідрозбиву окалини з фланцями. Обмежено довжиною траси трубопроводу 50 м.

6. Вертикальний акумуляторний резервуар з розрахунковим тиском з 32 МПа, близько 4 м заввишки, з контролем за тиском і рівнем води, з запобіжним клапаном. (Повний об'єм 20 м³)
7. Повітряний компресор високого тиску 32 мпа, 1000 л / хв. , в комплекті з трубою обв'язкою високого тиску до акумуляторного резервуара
8. Аварійний клапан (соленоїдний тип), ручний стопорний клапан для обслуговування акумуляторного резервуара, з байпасним / обхідним наповнюючим клапаном
9. Двопозиційний клапан установки гідрозбиву окалини (24В прямий струм) з вбудованою системою наповнення клапана для кільця форсунки для запобігання гідравлічного удару в режимі розвантаження, запобіжний пристрій
- 10.Верхня частина з маловуглецевої сталі,
- 11.Нижня частина з нержавіючої сталі,
- 12.Захоплюючий пристрій
- 13.Спеціальні ущільнення для роликів
- 14.Багатоступенева завіса на вході та виході
- 15.Колектор форсунок, встановлений на верстаті з автоматичним регулюванням висоти, форсунки для гідрозбиву окалини зі вставкою для запобігання небажаного охолодження
- 16.Водяні шланги високого тиску від клапана для гідрозбиву окалини до колектора
- 17.Управління і центр управління двигунами насосів на 5 л.с., а також компресора, реле потужності, IP55, коробка перемикачів з підлогою з латами 100 мм, контроль за установкою гідрозбиву окалини,
- 18.Панель управління, що містить РК-дисплей 4-лінійний / рядковий екран, електропостачання 24 в прямий струм, лампочки, IP55 для розташування в корпусі оператора, режим: автоматичний / ручний

19. Місцева панель оператора біля насоса для пуску і зупинки 5 насосів і контролем за фільтром, з місцевим дистанційним багатопозиційним вимикачем, розташованим біля насосної станції високого тиску

Всі деталі пофарбовані і захищені від корозії DIN EN ISO 12944, C3.

Установка гідрозбиву окалини розрахована на максимально допустиму нерівність 10 мм для запобігання утворенню смуг, з яких не була видалена окалина.

Насосна станція високого тиску заряджає акумуляторний резервуар високого тиску для зберігання живильної води. Акумуляторна станція оснащена відсічним клапаном, повітряним запобіжним клапаном, ручним стопорним клапаном (тільки для обслуговування), системою контролю тиску. Трубна обв'язка високого тиску буде проведена з трубої сталі, для з'єднання подачі насосів до клапанів для видалення окалини з призначеними для важкого режиму роботи затискачами РР, фітингами, шлангами та т.д. швидкість видалення окалини по жолобу становить 1,5–4 м/сек. Система гідрозбиву окалини працює з необхідною швидкістю прокатки / продуктивністю стану.

1.5 Очищення та використання стічних вод листопрокатного цеху

Засмічувані стічні води в прокатних цехах виникають від охолодження валків, шийок валків і підшипників, від змиву і транспортування окалини, а також від охолодження допоміжних механізмів — пилок, ножиць та ін. кількість забруджених стічних вод від прокатного стану, можна вважати, що на 1 т прокатаного металу виходить 4-6 м³.

Температура води що подається на прокатні стани, приблизно на 5 град нижче температури стічних вод.

Типовим джерелом забруднення води на прокатному стані є окалина і масло.

Під час прокату нагрітого металу на його поверхні утворюється окалина, яка відлущується і сиплеться в стічні канали, розташовані під станом, і

змивається водою, що стікає з валків і підшипників; якщо цієї води недостатньо, то навмисно для змиву окалини подають воду під тиском. Мастило поступає до води здебільшого від допоміжних механізмів. Утворену під час прокату окалину ділять на велику, яка залишилася під станом у ямі (розміром більше ніж 10 мм); середню, яка вимивається з ями під станом і уноситься водою по дну каналу (розміром 10 мм і менше), і дрібну (розміром менше ніж 2 мм), що знаходиться у воді у зваженому стані. В середньому кількість всієї окалини становить 2 % від маси металу що прокатується.

Кількість дрібної та середньої окалини становить 10 % від загального об'єму окалини.

Середня та дрібна окалина, несеться водою із-під стану приблизно до 0,3 г/л. Велика окалина, як правило, уловлюється в первинних відстійниках, розташованих в прокатному стані. Хімічний склад окалини не однаковий і в ній міститься: 33,5—65,5% FeO; 62,8—26,9% Fe₂O₃ і 0,5—7,6% нерозчинних в соляній кислоті речовин вугілля, піску і т.п. Крім окалини, стічні води прокатні стани містять деяку кількість масел. якщо на стані встановлені бронзові підшипники то в середньому у воду потрапляє 30-40 мг/л масел, текстолітових до 10-30 мг/л, при зупинках станів на ремонт, іще більше.

Водопостачання прокатних станів розробляють лише оборотним; воду від нагрівальних печей і колодязів нераціонально змішувати зі стічною водою від станів, щоб не розбавляти її. Для листопрокатних станів, як зазвичай, будують в цехах первинні відстійники для уловлювання великої окалини; у вторинних відстійниках відбувається уловлювання залишкової окалини та масла. Ряд досліджень довели, що невеликий вміст масла в оборотній воді в об'ємі 10-50 мг / л у роботі системи водопостачання і в роботі станів не викликає ніяких ускладнень; спостерігається лише відкладення дрібної окалини та масла на поверхні водопровідних труб. Тому в воді, яка подається на стан, вміст масла та окалини повинен бути як можливо менше, інакше ці труби треба буде як можна частіше промивати водою з повітрям. Для охолодження очищеної оборотної води застосовують градирні з бризкальним зрошувачем.

Від листопрокатного цеху відходять стічні води двох видів:

1) незабруднені води від охолодження нагрівальних печей та охолодження електричного обладнання;

2) води, забруднених окалиною і маслом, від прокатних станів, а саме від охолодження підшипників і валків і від гідравлічного змиву окалини).

Забруднена вода, яка містить окалини більше ніж 300 мг / л, надходить спочатку в цеховий первинні відстійники (яма для окалини) де осаджується велика окалина, а після цього вода перекачується на вторинні відстійники, розташовані за межами цеху, і які призначені для очищення з води дрібної окалини та масла.

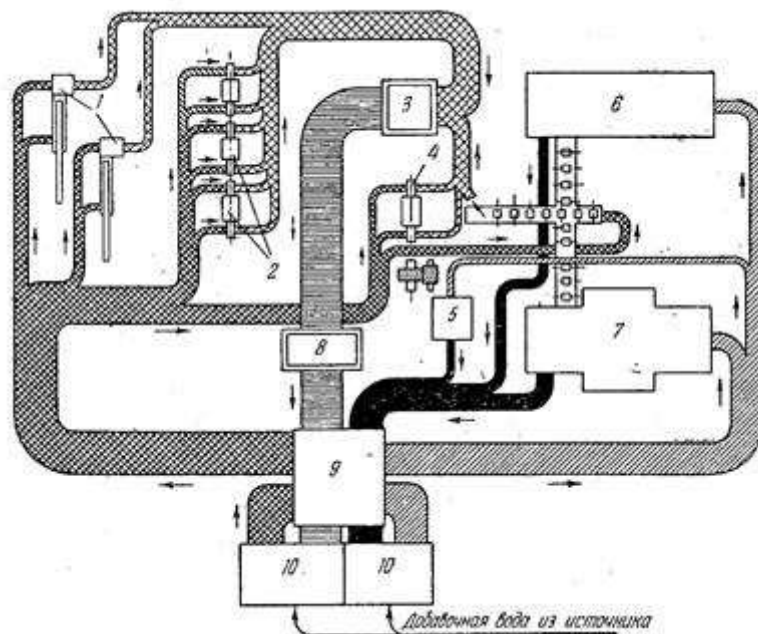


Рисунок 1.6 Схема оборотного водопостачання прокатного цеху:

1 – ножиці; 2 – прокатні кліті; 3 – первинний відстійник (яма для окалини); 4 – обтискна кліть; 5 – маслоохлоджувач; 6, 7 – нагрівальні печі; 8 – вторинний відстійник; 9 – насосна станція оборотної води; 10 – охолоджувач оборотної води.

На всіх прокатних станах влаштовують окремі системи оборотного водопостачання окремо для охолодження обладнання нагрівальних печей і окремо для прокатних станів. При цьому незабруднену воду подають тільки охолодженню, а забруднену воду окалиною і маслом, — відстоюють і лише

потім охолоджують та подають на стан. У деяких випадках частина води додатково освітлюється фільтруванням. На прокатних станах встановлення прямоточних систем водопостачання категорично не допускається. При випарному охолодженні нагрівальних печей раціонально мати один загальний замкнутий цикл водопостачання.

Проблема кількості масла в стічній воді вирішується заміною бронзових підшипників валків прокатних станів з масляним мастилом на текстолітові підшипники з водяним мастилом, проте є велика імовірність надходження масла від мастила рольгангів та іншого обладнання. Наявність у воді окалини викликає швидкий механічний знос шийок валків та текстолітових вкладишів підшипників, через це більш часті зупинки станів для заміни вкладишів, перевалки валків і проточування їх шийок. Наявність у воді масла допустимо лише в певних межах тому, що в ньому завжди містяться невеликі частинки металу, різні волокна, котрі забивають отвори в зрошувальних трубках прокатних станів; масло і волокна, що пройшли через трубки, згоряють на розпеченому металі. Об'єм випадання осаду зі стічних вод від листопркатних станів залежить від кількості та типу зважених речовин (окалини), які містяться у воді; кількість окалини своєю чергою знаходиться в залежності від величини злитка який нагрівається, виду і режиму нагріву та прокатки продукції. Об'єм спливання масла також залежить від його концентрації у воді. Необхідність очищення стічних вод від прокатних станів у дві ступені та виділення великої окалини в первинних відстійниках наочно видно з досліджень ступеня очищення стічних вод, при наявності системи двоступеневого очищення, маємо затриманні в первинному відстійнику суспензії в кількості приблизно 68-75%, а її вміст у воді вже після вторинних відстійників не перевищує 55-65 мг/л.

Первинний відстійник стічних вод від прокатних станів це залізобетонний резервуар довжиною 16 м, шириною 5 м, заглиблений в ґрунт до 10 м; розміщається він в скрапному прольоті цеху. Очищення відстійника від окалини та навантаження її на залізничні вагони виробляють мостовим краном до якого підвішений грейфер, на час очищення відстійника. Основною,

частиною первинного відстійника (Рисунок 1.7) є осадова камера 1, в яку стічна вода від прокатних станів надходить по тунелю 2. Освітлена в відстійнику вода по лотку 3 перетікає в водорозподільну камеру 4, з якої насосами 5, розташованими в машинному залі 6, перекачується на вторинні відстійники. Осад з камери 1 періодично переміщається в бункер 7 для зневоднення окалини; вода від зневоднення зливається через вікна 8 в осадову камеру 1; зневоднена окалина з бункера 7 завантажується в залізничні вагони та відвозиться на агломераційну фабрику або безпосередньо на рудний двір для подальшого використання в шихті доменних печей.

Розміри відстійника розраховується виходячи з обсягу, потрібного для перебування стічної води у відстійнику протягом 1 – 1,5 хв, і швидкості руху води 0,10 – 0,15 м/сек. Об'єм осадової частини відстійника повинна відповідати обсягу виділеної зі стічної води окалини протягом не менше однієї доби. Кількість окалини, змиваємою з водою в відстійник, приймають близько 2% від маси прокату; в первинному відстійнику з води випадає приблизно 90% окалини. Об'ємна маса окалини близько 3 т/м³.

Вода надходить у відстійник по всій його ширині через щілину під рівень води. Швидкість води в щілині близько 0,3 м / сек, а на водозливній стінці на виході близько 0,15 м/сек.

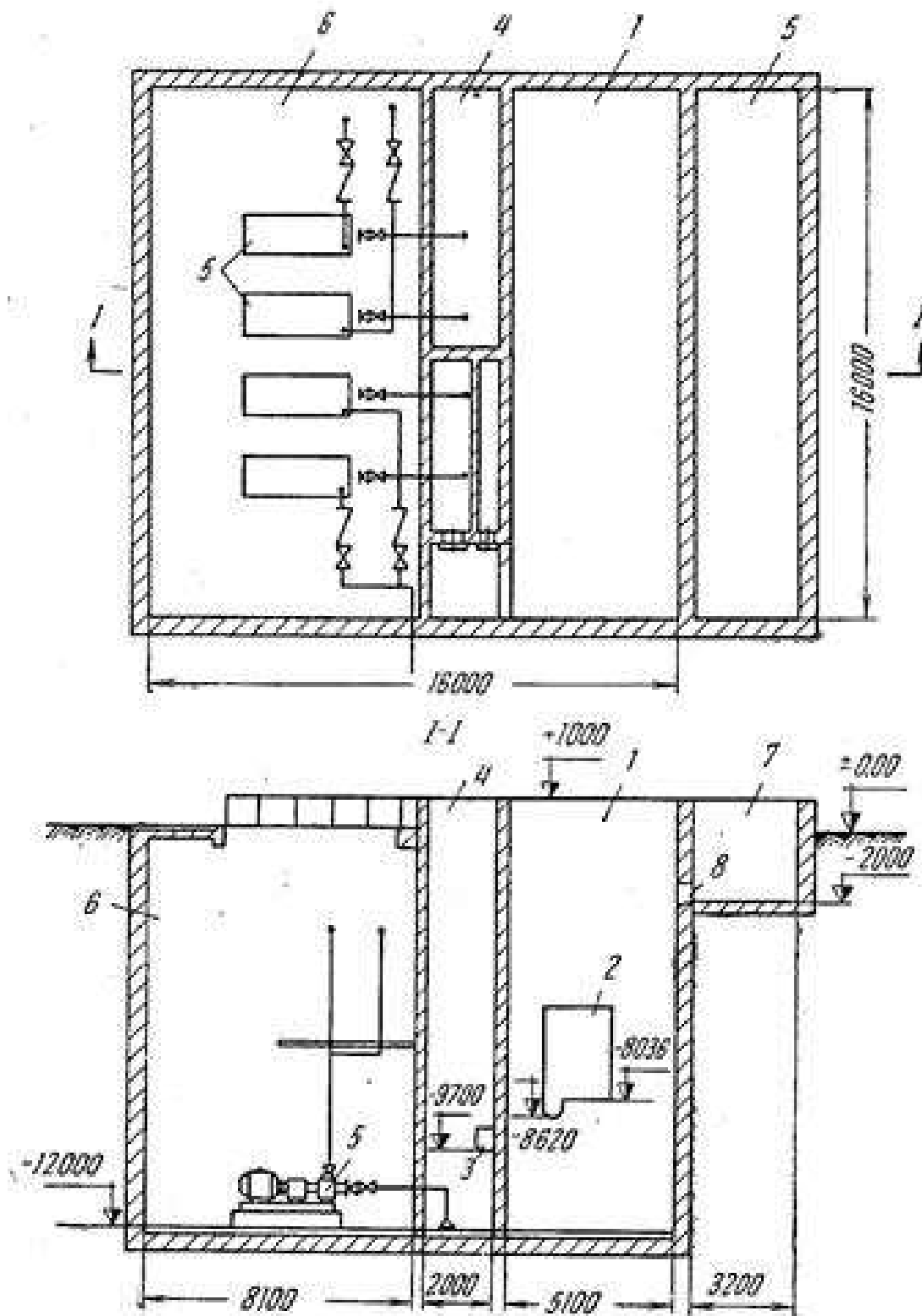


Рисунок 1.7 - Первинний відстійник окалиновмісних стічних вод з видаленням осаду грейфером 1 – осадова камера; 2 – тунель; 3 – лоток; 4 – водорозподільна камера; 5 – насоси; 6 – машинний зал; 7 – бункер; 8 – вікно.

У первинних відстійниках затримується від 74 до 90% окалини за умови якщо здійснювати очищення своєчасно від осаду. Після первинних відстійників вода з дрібними частинками окалини (менше ніж 0,1 мм) надходить на вторинні відстійники.

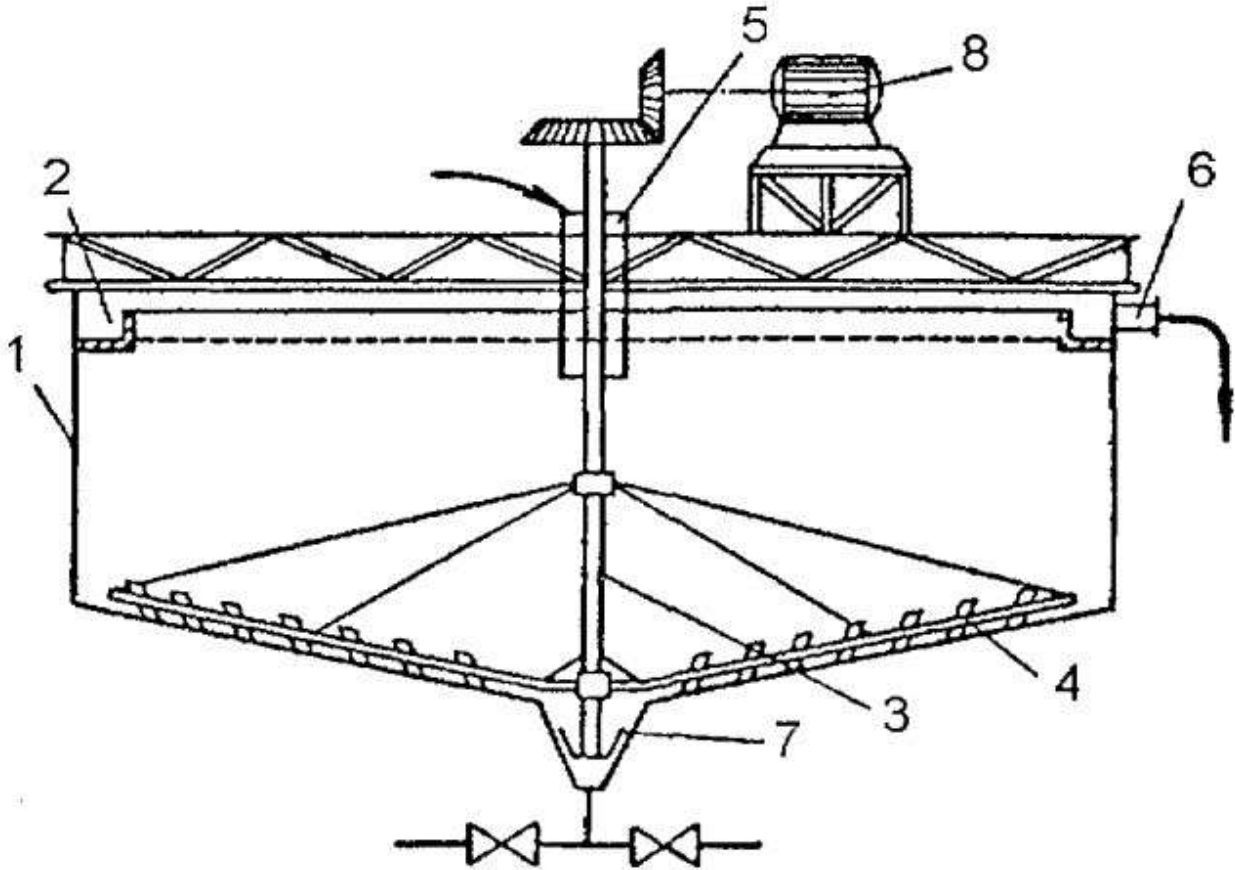


Рисунок 1.8 - Загальний вигляд відстійника з гребковою мішалкою:

1 – циліндричний резервуар; 2 – внутрішній кільцевий жолоб; 3 – мішалка з похилими лопатями; 4 – гребки; 5-труба; 6-штуцер; 7-розвантажувальний отвір; 8-електродвигун.

Відстійник безперервної дії з гребковою мішалкою представляє з себе невисокий циліндричний резервуар 1 з плоским конічним днищем і внутрішнім кільцевим жолобом 2 уздовж верхнього краю апарату. У резервуарі встановлена мішалка 3 з похилими лопатями, на яких є гребки 4 для безперервного переміщення осадження матеріалу до розвантажувального отвору 7. Одночасно гребки злегка збовтують осад, сприяючи цим більш ефективному його зневодненню. Мішалка робить від 0,015 до 0,5 об / хв, тобто

обертається дуже повільно, що не порушує процесу осадження. Вихідна рідка суміш безперервно подається через трубу 5 в середину резервуара. Освітлена рідина переливається в кільцевий жолоб 2 і видаляється через штуцер 6. Осад (шлам) - Текуча згущена суспензія (з концентрацією твердої фази не більше 35...55 %) - видаляється з резервуара за допомогою діафрагмового насоса (не показаний). Вал мішалки 3 приводиться в обертання від електродвигуна 8 через редуктор. Для підвищення продуктивності на днище циліндричного резервуара 1 закріплений, щонайменше, один вібратор (не показаний), який автоматично включається на 1...2 с після кожного повного обороту мішалки.

Крім безперервності дії та великої продуктивності) гребкові відстійники володіють наступними перевагами: в них досягається рівномірна щільність осаду, є можливість регулювання її шляхом зміни продуктивності, забезпечується більш ефективне зневоднення осаду внаслідок легкого збовтування його мішалкою. Робота таких відстійників може бути повністю автоматизована.

2. Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації. Мета проектування та вимоги до пристрою автоматизації

Призначення та опис ями окалини було надано раніше у розділі 1.5 Очищення та використання стічних вод листопрокатного цеху с. 27-30.

Основне обладнання насосної станції складається з трьох насосів, що приводяться в дію асинхронними електродвигунами потужністю 65 кВт. Система управління побудована таким чином, що, залежно від показань кондуктивного датчика, відбувається послідовне включення насосів №1 — №2 — №3 (аварійний). Іншими словами – в основному працює насос №1. Якщо його продуктивності недостатньо або при виході його з ладу, після досягнення наступного рівня в відстійнику включиться насос №2. За таким самим алгоритмом працює і насос № 3. Відключення насосів при зниженні рівня відбувається в зворотному порядку.

При такому алгоритмі управління насос №3 може досить тривалий час перебувати без роботи. З огляду на специфіку приміщення-досить імовірний вихід з ладу бездіяльного насоса через корозію або втрати ізоляції обмоток. І з'ясується це тільки в момент виходу з ладу основного насоса.

Основні завдання, які потрібно вирішити при проведенні модернізації:

1. Знайти заміну кондуктивному методу вимірювання рівня води в ямі окалини. Перебуваючи у воді з окалиною, вимірювальні електроди швидко обростають відкладеннями і перестають виконувати свої функції – потрібно регулярне, досить часте їх вилучення для очищення.
2. Забезпечити рівномірну роботу насосів, щоб уникнути надмірного простою насосів у зв'язку з ручним вибором ведучого насоса.
3. Забезпечити захист насосів при сухому ході закритої засувки трубопроводу, перегрів обмоток двигуна і перегрів підшипників.
4. Економічне рішення поставленої задачі.

Вимоги до системи

Інформаційно-керуюча система насосної станції повинна проєктуватися як відкрита ієрархічна розподілена система з використанням стандартних протоколів міжрівневого обміну.

Повинна бути передбачена автономна робота всієї системи на всіх рівнях ієрархії. Всілякі збої, відключення каналів контролю і вимірювання параметрів, а також будь-які зміни системи захисту повинні фіксуватися системою. Обов'язковий облік і ведення статистики всіх тривог і аварій.

Передбачити можливість аварійної зупинки технологічного процесу по фізичних каналах.

Вимоги до технічного забезпечення

Обладнання, що встановлюється на відкритих майданчиках, в залежності від зони розташування об'єкта має бути стійким до впливу температур від мінус 40°C до плюс 60°C і вологості не менше 60% при температурі 35°C.

Опитування показань датчиків, а також стан контрольованих параметрів не повинно перевищувати 2 секунд, при цьому врахувати, що час реагування на події, має відповідати часу опитування датчика, тобто не більше 2 секунд.

Всі вимірювальні засоби системи, повинні відповідати вимогам вибухобезпеки. Всі датчики повинні бути оснащені іскробезпечними ланцюгами. Передбачити роботу датчиків в агресивних середовищах, використовувати корозієстійкі матеріали для чутливих елементів.

Інструментальне ПЗ повинно забезпечувати виконання функцій конфігурування (Налаштування) базового прикладного ПЗ і створення спеціального прикладного ПЗ.

Набір функцій Конфігурування в загальному випадку повинен включати в себе:

- створення та ведення бази даних конфігурації (БДК) по вхідних / вихідних сигналах;
- конфігурування алгоритмів управління, регулювання та захисту з використанням стандартних функціональних блоків;
- конфігурування трендів історії параметрів;

Базове прикладне ПЗ повинно забезпечувати виконання стандартних функцій відповідного рівня інформаційно-керуючої системи (опитування, вимірювання, фільтрація, візуалізація, сигналізація, реєстрація та ін.).

Спеціальне прикладне ПЗ повинно забезпечувати виконання нестандартних функцій відповідного рівня інформаційно-керуючої системи (спеціальні алгоритми управління, розрахунки та ін.).

Вимоги до метрологічного забезпечення

На стадії впровадження повинна проводитися метрологічна атестація вимірювальних каналів системи та метрологічних характеристик в цілому відповідно до ДСТУ 3215-95.

У вимірювальні канали системи входять наступні компоненти: датчики, перетворювачі, пристрої зв'язку з об'єктом (контролери), лінії зв'язку, програмне забезпечення.

Датчики повинні мати наступні метрологічні характеристики:

Похибка засобу вимірювання:

- Датчик рівня не більше $\sigma=0,5\%$;
- Датчик температури не більше $\sigma=0,3\%$;
- Міжповірочний інтервал:
- Датчик рівня не менше 3 років;
- Датчик температури не менше 3 років;
- Діапазон вимірювань:
- Датчик рівня від 0 до 10000 мм;
- Датчик температури від мінус 100 до 150 °C;

Вимоги до електроживлення та електрозахисту

Живлення програмно-технічного комплексу інформаційно-керуючої системи на всіх рівнях повинно відповідати вимогам правил пристроїв електроустановок ПУЕ і використовувати підключення до мережі електроживлення за схемою "зірка" і до загальної мережі заземлення.

Елементи програмно-технічного комплексу повинні зберігати працездатність при наступних параметрах мережі живлення: напруга: 220 В + 10% - 15%; частота: 50 Гц $\pm$ 1%. Перехід з основного джерела живлення на резервний і назад повинен здійснюватися автоматично без втрати працездатності системи.

Програмно-технічний комплекс інформаційно-керуючої системи повинен відповідати вимогам безпеки. Зовнішні елементи приладів, що знаходяться під напругою, повинні мати захисне заземлення.

Вимоги до програмного забезпечення

Програмне забезпечення має бути сумісним з наявним на об'єктах експлуатації ПЗ.

Програмне забезпечення повинно мати простий інтерфейс, володіти захисними функціями у вигляді паролів. Програмне забезпечення повинно мати можливість створювати та вести базу даних за технологічними параметрами системи.

Засоби створення спеціального прикладного ПЗ повинні містити технологічні та універсальні мови програмування і відповідні засоби розробки (компілятори, відладчики). Технологічні мови програмування повинні відповідати стандарту ІЕС 61131-3.

Базове прикладне ПЗ повинно забезпечувати виконання стандартних функцій відповідного рівня автоматизованих систем (опитування, вимірювання, фільтрація, візуалізація, Сигналізація, реєстрація та ін.).

Спеціальне прикладне ПЗ повинно забезпечувати виконання нестандартних функцій відповідного рівня автоматизованих систем (спеціальні алгоритми управління, розрахунки та ін.).

3. Обґрунтування напрямку автоматизації.

3.1 Вибір рівнеміра.

Одна із головних задач яку потрібно вирішити це знайти заміну кондуктивному методу вимірювання рівня води в ямі окалини.

Для початку розглянемо усі доступні види вимірювання рівня і виберемо самий підходящий для нас.

Датчики рівня рідин діляться на два типи: контактні (весь датчик або його частина контактує з вимірюваної середовищем) і безконтактні (вимірювання відбувається без контакту з рідким середовищем). Кожен з цих типів має переваги та недоліки й знаходить своє застосування в тій чи іншій області.

Таблиця 3.1 - Види датчиків рівня

	Рівнеміри	Сигналізатори
Контактні	Ємнісні	Ємнісні / Ємнісно-частотні (RF)
	Гідростатичний	Гідростатичні
	Байпасний	Оптичні
	Магнітострикційний	Вібраційні
	Магнітний	Поплавкові магнітні
	Мікрохвильові рефлексні	Поплавкові кабельні
	Буйкові	Кондуктивні
Безконтактні	Ультразвукові	Ультразвукові
	Мікрохвильові радарні	

Контактний тип датчиків як правило застосовується для вимірювання рівня пінних рідин (молоко, пиво, соки, газ. вода та ін.). Зважаючи розсіювання сигналу та отримання некоректних результатів при виміру безконтактним методом, рівень рідини у високих вузьких резервуарах також рекомендовано контролювати за допомогою контактних приладів.

Безконтактні датчики рівня рідин застосовуються там, де необхідно уникнути згубного впливу фізико-хімічних властивостей вимірюваної рідини. На процес вимірювання і працездатність датчика можуть впливати:

в'язкі рідини (згущене молоко, варення, нафтопродукти, гліцерин та ін.);
агресивні рідини (луги, кислоти).

Хоча саме безконтактний тип датчиків рекомендований при контролі рівня агресивних середовищ і однак, контактні датчики, виготовлені з нержавіючих сталей і пластиків, також застосовуються спільно з агресивними рідинами.

Всі датчики рівня рідин розрізняються не тільки по функціоналу (рівнеміри/Сигналізатори), типу (контактні/безконтактні), але і найголовніше — за принципом дії.

Оскільки в первинному відстійнику в водорозподільній камері вода забруднена окатиною приблизно 120 мг/л то утворення нальоту на датчику досить висока. На додаток температура води іноді, при швидкому темпі прокатки, досягає 65°C, що небажано для багатьох контактних датчиків.

Тому для вимірювання рівня рідини в ямі окатины бажано використовувати безконтактний тип датчиків.

Існує два види безконтактних рівнемірів

1) Мікрохвильові радарні рівнеміри призначені для вимірювання і контролю рівня різноманітних рідин, речовин і матеріалів за принципом радіолокатора з мікрохвильовим випромінюванням. Антена рівнеміра випускає високочастотне випромінювання в заданому діапазоні. Відлуння сигнали відбиваються від поверхні продукту і повертаються в мікрохвильовий рівнемір. За часом проходження, вихідного і зворотного сигналів визначається відстань до продукту і відповідно його рівень в ємності.

За допомогою радарних рівнемірів з мікрохвильовим випромінюванням можуть вирішуватися різні промислові завдання:

- вимірювання рівня води та інших видів рідких продуктів в ємності;
- вимірювання рівня сипучих речовин і матеріалів;

- підтримка заданого рівня продукту;
- комерційний облік контрольованого продукту;
- проведення вимірювань при постійній зміні умов зовнішнього середовища: перепадів тиску, температури, вологості.

Мікрохвильові радарні рівнеміри на сьогодні є найбільш сучасною і високотехнологічною розробкою. На відміну від інших варіантів вимірювання рівня продукту радарні рівнеміри мають ряд переваг:

- висока точність вимірювання;
- великий діапазон вимірювання;
- відсутність необхідності контакту з речовиною, і як наслідок відсутність впливу властивостей продукту на якість роботи приладу;
- сумісність практично з усіма видами рідких продуктів, сипучих матеріалів, з твердими поверхнями, в тому числі з агресивними матеріалами;
- велика кількість різноманітних варіацій для роботи в різних умовах;
- робота з різними видами ємностей і резервуарів, в тому числі завантажених додатковим робочим обладнанням.

Основним недоліком сучасних мікрохвильових радарних рівнемірів є їх висока ціна на відміну від інших способів вимірювання. Однак даний недолік може бути зменшений коштом терміну служби приладу і його кращих характеристик в порівнянні з іншими рівнемірами. Перед вибором для роботи радарного рівнеміра рекомендується провести розрахунок терміну окупності приладу. У разі, коли вартість приладу має вирішальне значення, може бути обраний інший варіант безконтактних рівнемірів, наприклад, ультразвуковий рівнемір.

2) Ультразвуковий рівнемір рідини — це інтелектуальний пристрій, призначений не тільки для вимірювання рівня рідких середовищ, але і в якості витратоміра. Сучасні ультразвукові рівнеміри рідини оснащені великою кількістю функцій автоматизації.

Ультразвуковий рівнемір рідини використовує у своїй роботі метод повернутого сигналу. Розташовуючись у верхній точці ємності паралельно поверхні продукту, прилад відсилає імпульси та приймає їх, заміряючи час проходження. На підставі відомих і виміряних даних, розраховуються всі необхідні параметри.

Важливою перевагою рідинних модифікацій є те, що вони, крім усього іншого, є недорогим, але якісним рішенням для вимірювання витрати рідини. Інші моменти:

- Відсутність контакту з вимірюваним продуктом, що розширює сфери застосування приладу;
- Габарити пристрою при такому методі виходять дуже компактними;
- Прилади можна використовувати як регулятори, реєстратори даних, складні обчислювальні блоки з передачею даних (завдяки численним опціям);
- Результати вимірювань виходять незалежними від хімічних і фізичних факторів середовища, а також її щільності (застосовність до агресивних, в'язких середовищ);
- Приладам даного класу властиві загальні недоліки:
- Сигнал не може проходити у вакуумному середовищі;
- Необхідність підтримки нормального атмосферного тиску в місці роботи;
- Конусність випромінювання, можливі помилки вимірювання через відбиття сигналу від стаціонарних перешкод;
- Вплив на якість вимірювань сильного вітру і зайвої запиленості.

Оскільки вода у відстійнику досягає температури 65°C, тому у зимовий час буде велика насиченість паром, що не бажано для ультразвукового датчика, тому доцільно використовувати радарний датчик.

Виберемо радарний датчик для цього проведемо порівняльний аналіз наступних датчиків: ЛІМАКО УЛМ-31А1, БАРС-322МІ, ЕЛЄМСР-УР-31, PiloTrek W-100

Таблиця 3.2 - Порівняльна таблиця датчиків рівня

Критерії вибору	ЛІМАКО УЛМ-31А1	БАРС-322МІ	ЕЛЕМСР-УР-31	NIVELCO PiloTrek W-100
Вимірювані середовища	Рідина	Рідина, сипучі продукти	Рідина, сипучі продукти	Рідина
Діапазон вимірюваних рівнів	0,6...30 метрів	до 30 метрів	от 0,5 до 20 метрів	0,2 – 23 метрів
Межа похибки	$\pm 0,1$ мм	± 50 мм	± 3 мм	± 3 мм
Вихідний сигнал	4-20 мА	4-20 мА	4-20 мА	4-20 мА
Температура навколишнього середовища	- 40 ... +50°C	- 30 ... +50°C	- 40 ... +70°C	-20...+60°C
Строк служби	20 років	14 років	15 років	10 років
Наявність дисплею	Ні	Так	Ні	Так
Цифровий інтерфейс	RS485, Modbus RTU, bluetooth	RS-485	RS-485, Modbus RTU	HART,
Вартість	65650 грн.	50500 грн	52700 грн	82840 грн

У якості рівнеміра будемо використовувати датчик ЛІМАКО УЛМ-31А1, тому, що він більш економічний, для нашої системи, а також впровадження та обслуговування є більш ресурсозаощаджувальний, відносно інших датчиків.

Для додаткового контролю аварійних рівнів, верхнього та нижнього, будемо використовувати поплавкові кабельні датчики рівня, тому що на них налипання окалини не буде критичним і давати не вірні значення.

Поплавкові кабельні сигналізатори рівня кріпляться на міцному гнучкому кабелі та містять герметично закритий мікроперемикач.

Під час занурення датчика в рідину його корпус відхиляється, що викликає спрацювання мікроперемикача. Мікроперемикач замикає / розмикає електричний ланцюг, таким чином включається/ зупиняється виконавчий механізм (помпа, вентиль та ін.).

Виберемо поплачковий кабельний датчик для цього проведемо порівняльний аналіз наступних датчиків: Овен ПСУ-1, Wilo MS1, Nivofloat NWP-110-1, Zenit MULTI Level

Таблиця 3.3 - Порівняльна таблиця сигналізаторів рівня

Критерії вибору	Овен ПСУ-1	Wilo MS1	Nivofloat NWP-110-1	Zenit MULTI Level
Вимірювані середовища	Рідина	Рідина	Рідина,	Рідина
Комутаційна здатність	0,8 мА/24В - 10 А/250В	1мА/4В – 5А/250В	1мА/4В – 10А/250В	0,8 мА/24В – 3А/250В
Кут включення	50 °	10 °	15 °	25 °
Максимальна робоча температура	+80°C	+70 °C	+50°C	+50°C
Строк служби	24 місяців	12 місяців	18 місяців	10 років
Вартість	2050 грн.	2650 грн	2150 грн	2430 грн

У якості поплачкового кабельного сигналізатору рівня будемо використовувати датчик Овен ПСУ-1, тому, що він більш економічний, для нашої системи, а також впровадження та обслуговування є більш

ресурсозаощаджувальний, відносно інших датчиків. Також ще одним важливим критерієм є температура яку витримує сигналізатор тому що в відстійнику дуже велика температура.

3.2 Вибір датчика температури.

Промислові датчики температури діляться на два типи.

В основі роботи першого типу датчиків-термопар, лежить явище виникнення термо-е.д.с. в провіднику, кінці якого мають різну температуру. Термопара, поєднана з електровимірювальним приладом, і утворює термоелектричний термометр. Температура вимірювання від -200°C до $+2500^{\circ}\text{C}$

Другим поширеним типом промислових температурних датчиків є датчики на основі явища зміни опору провідника при зміні його температури – термометри опору. У комплект такого приладу входить чутливий елемент, вимірювальний прилад і з'єднувальні дроти. Такі термометри опору підходять для вимірювання температур від -200°C до $+700^{\circ}\text{C}$.

Для вимірювання температури підшипників нам достатньо термометрів опору тому що робоча температура підшипника приблизно 70°C

Виберемо термометр опору для цього проведемо порівняльний аналіз наступних датчиків: DANFOSS MBT 5310, Овен ДТС124, Метран 274, Тера TCM-Y-1-3П.

Таблиця 3.4 - Порівняльна таблиця термометрів опору

Критерії вибору	DANFOSS MBT 5310	Овен ДТС124	Метран 274	Тера TCM-Y-1-3П
Номінальна статична характеристика	Pt 100	100M	100M	100M
Вихід 4-20 мА	-	-	+	+
Діапазон вимірюваних температур	$-50 - 200^{\circ}\text{C}$	$50...+150^{\circ}\text{C}$	$0...100^{\circ}\text{C}$	$-50...150^{\circ}\text{C}$

Продовження таблиці 3.4 Порівняльна таблиця термометрів опору

Строк служби	2 роки	8 років	18 місяців	5 років
Вартість	600 грн.	250 грн	850 грн	750 грн

Оберемо датчик Тера ТСМ-У-1-3П тому що він йде одразу з перетворювачем сигналу 4-20 мА. А також в нього невелика ціна враховуючи на те що в нього вбудовано перетворювач сигналу..

Для отримання малого часу реакції вимірювальний елемент поміщають таким чином, щоб забезпечити зменшення часу реакції до $t_{0,5} = 6$ с у воді.

Датчик оснащений захисною гільзою з регульованою пружиною, що забезпечує постійне зіткнення поверхні підшипника і датчика.

4. Обґрунтування та розробка схемотехнічного рішення пристрою автоматизації.

Управляти роботою насосної станції буде мікроконтролер ATMEGA 328 фірми AVR.

Алгоритм роботи системи управління передбачає кільцевий зсув пріоритетів запуску насосів, що забезпечує їх більш рівномірне напруцювання і виключить тривалі простої в неробочому стані.

Контроль працездатності насосів проводиться за станом автоматичних вимикачів, реле напруги та теплові реле. У разі відключення насоса (вихід з ладу або ремонтні роботи) проводиться автоматичний запуск наступного за черговістю насоса. Кількість одночасно робочих насосів визначається вимірним рівнем у відстійнику – по мірі підвищення рівня в роботу включається наступний додатковий насос, при зниженні – відключається той який стартував раніше.

Контроль положення засувки на трубопроводі здійснюється шляхом установки на пневматичний клапан блоку кінцевих вимикачів AIR TORQUE, які будуть сигналізувати про положення засувки.

Для включення насоса в роботу в автоматичному режимі необхідні наступні умови:

1. На реле напруги надходить напруга.
2. Електрична схема зібрана для роботи.
3. Засувка трубопроводу відкрита.
4. Засувка насоса відкрита.
5. Температура підшипників не вище 80 градусів.
6. Рівень води не нижче рівня сухого ходу насоса
7. Режим роботи насоса переведений в «Автомат».

При виникненні аварії насоса номер один загоряється лампочка й звучить дзвінок з частотою один раз в три секунди.

При виникненні аварії насоса номер два загоряється лампочка і лунає дзвінок з частотою два рази в три секунди.

При виникненні аварії насоса номер три загоряється лампочка і лунає дзвінок з частотою три рази в три секунди.

При досягненні рівня води вище верхнього аварійного рівня загоряється лампочка і лунає дзвінок.

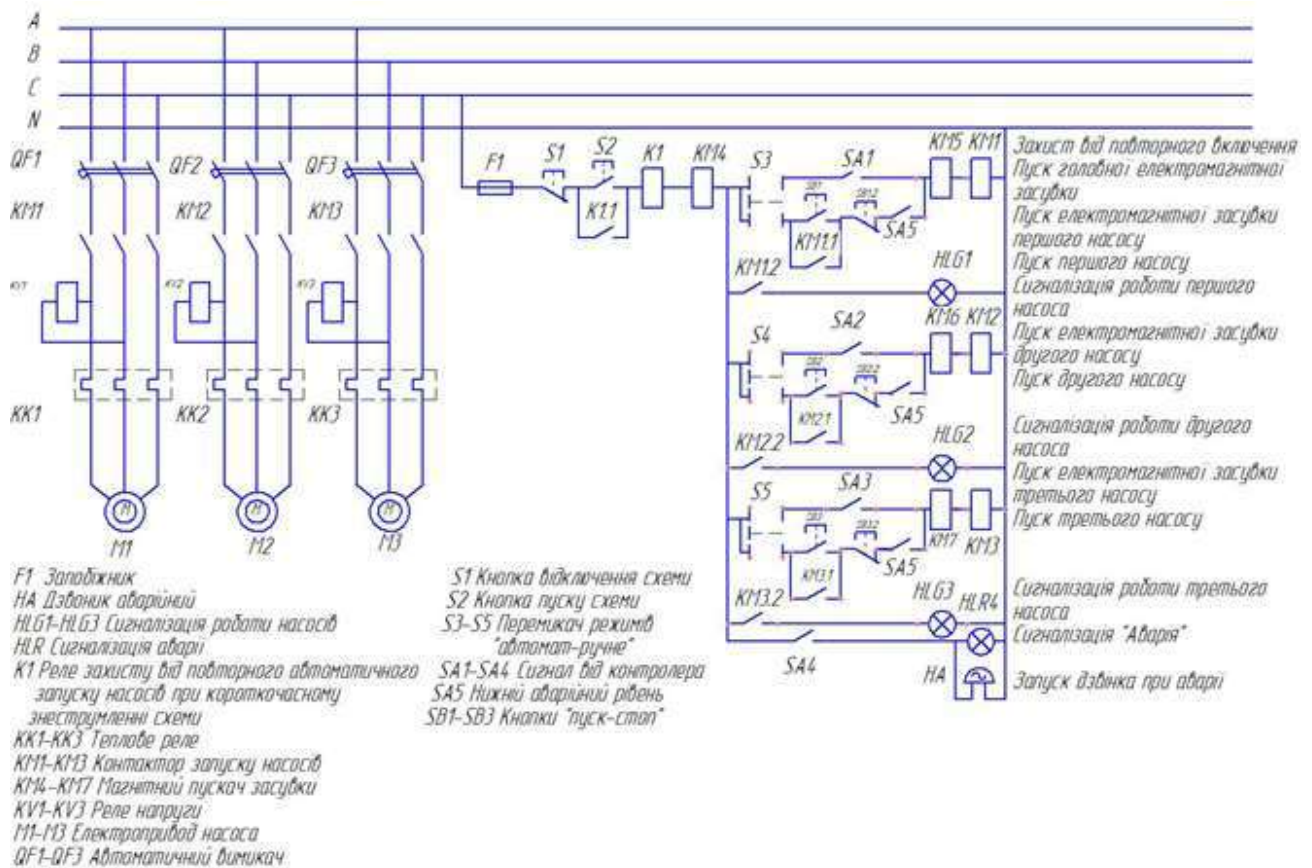


Рисунок 4.1 - Принципова схема насосної установки

Схемою управління передбачений автоматичний і ручний пуск насосної станції.

Розглянемо докладніше автоматичний пуск. Для цього перемикачі S3, S4, S5 переведемо в положення «Автомата». Далі пуск всієї установки здійснюємо натисканням кнопки S2. Подавши харчування на електроустановку, отримують живлення реле напруги KV1, KV2, KV3 і замикають свої контакти в ланцюгах контакторів KM1, KM2, KM3. При натисканні кнопки S2 отримує живлення реле K1 - реле захисту від повторного автоматичного запуску насоса

при короткочасному забезпеченні системи і замикає свій контакт К1.1 - кнопку S2. SA1 сигнал від контролера який в залежності від рівня води замикається Паралельно отримує живлення реле КМ5, відкриваючи засувку першого насоса, і реле магнітного пускача КМ1, замикаючи свої контакти і пускаючи двигун першого насоса, так само КМ1 замикає контакт КМ1.2 після чого включається сигналізація роботи першого двигуна.

Ручний пуск насосної установки. Для цього позиційні вимикачі S3, S4, S5 переведемо в положення "Ручний". Пуск першого двигуна здійснюється натисканням кнопки S2 і SB1, другого і третього-кнопками SB2 і SB3. Включення двигуна резервного насоса розглянемо на прикладі зупинки першого насоса. Під час стійкої роботи першого насоса нормально замкнутий контакт реле магнітного пускача КМ 1.4 знаходиться в розімкнутому положенні. При зупинці першого двигуна (припустимо, спрацювало теплове реле) в схемі управління першим двигуном розмикається нормально замкнутий контакт КК1, втрачає живлення реле КМ1 і його нормально замкнутий контакт КМ1. 1 повертається у вихідне положення, тобто розмикається. Таким чином, отримує живлення реле напруги КV1 і замикає свій контакт КV 1.1. Одночасно з ним отримує сигнал контролер і відбувається пуск резервного двигуна. Якщо зупиняється двигун, або рівень води перевищує аварійний рівень SA4 замикає контакт і випадає сигнал HLR4 «Аварія» і дзвонить дзвінок НА. Натисканням кнопки S1 схема знеструмлюється. Максимальна захист силових ланцюгів забезпечується автоматичними вимикачами SQ1, SQ2, SQ3. Захист електродвигуна від струмів перевантаження забезпечують теплові реле КК1-КК3. При струмах перевищують уставки теплових реле, вони розмикають контакти в ланцюгах контакторів, в результаті чого двигун відключається.

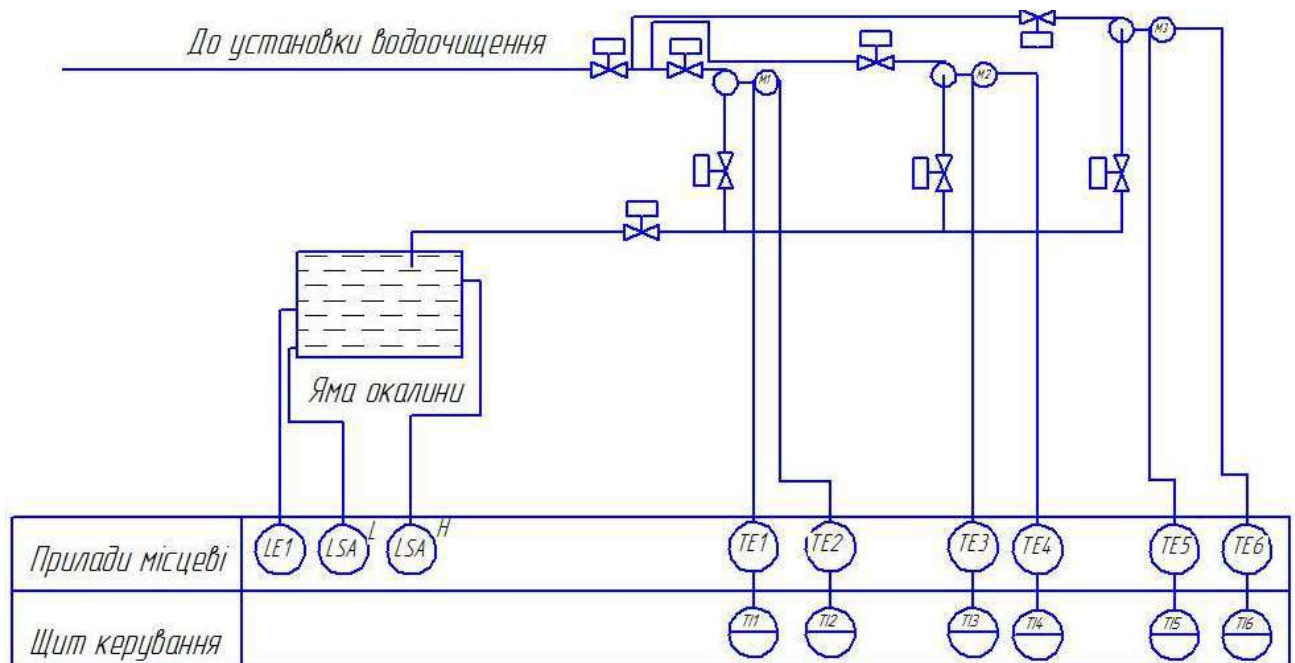


Рисунок 4.2 - Структурна схема підсистеми моніторингу стану та управління водовідливною установкою (LE1 - датчик рівня в приймальному колодязі; LSA – цифровий датчик верхнього і нижнього рівня Т1-Т6 - датчик температури підшипників електродвигуна; ТІ1 - ТІ6 - індикатор температури)

Для передачі сигналів від датчиків рівня, термометрів і системи моніторингу на щит КВП використовуються по три дроти, а для сигналізаторів – два дроти. В якості кабелю обраний КВВГ. Це кабель з мідними струмопровідними жилами з пластмасовою ізоляцією в пластмасовій оболонці, із захисним покриттям і призначений для нерухомого приєднання до електричних приладів, апаратів і розподільних пристроїв номінальною змінною напругою до 660 В частотою до 100 Гц або постійною напругою до 1000 В при температурі навколишнього середовища від -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. мідні струмопровідні жили кабелів КВВГ виконані однодротовими. Ізольовані жили скручений. Кабель прокладається в трубі діаметром 20 мм.

При прокладанні кабелів систем автоматизації слід дотримуватися вимоги глави 2.3. "Кабельні лінії напругою до 220 кВ" ПУЕ і додаткові правила поділу ланцюгів:

- ланцюги сигналів управління і сигналізації напругою 220 В змінного струму і 24 В постійного струму повинні прокладатися в різних кабелів;
- аналогові сигнали повинні передаватися за допомогою екранованих 45 кабелів окремо від ланцюгів сигналів управління і сигналізації;
- сигнали послідовної передачі даних (інтерфейсні з'єднання);
- сигнали управління і контролю для взаєморезервованих механізмів, пристроїв повинні передаватися в різних кабелях;
- ланцюги окремих шлейфів пожежної сигналізації повинні прокладатися в різних кабелях.

5. Розробка компонувальних рішень системи автоматизації.

Управляти роботою насосної станції буде мікроконтролер ATMEGA 328 фірми AVR.

Типова схема включення будь-якого мікроконтролера містить ряд компонентів і ланцюгів, що забезпечують його нормальне функціонування. Сукупність цих компонентів називається обов'язкою мікроконтролера.

Напруга живлення подається на висновки мікроконтролера VCC і GND і не повинно перевищувати значення, вказане в технічній документації. Для ATmega328P верхня межа рекомендованої напруги живлення становить 5,5 В, абсолютний максимум - 6В, тривала робота при такій напрузі може вивести мікроконтролер з ладу.

Для придушення високочастотних перешкод в ланцюзі живлення рекомендується встановлювати керамічний конденсатор ємністю 0.1 мкФ між VCC і GND. Причому розташовуватися він повинен якомога ближче до живлющих виводів мікроконтролера для мінімізації паразитної індуктивності та опору підвідних провідників.

ATmega328 має подвійне живлення: висновки VCC і GND (Вивід 7 і 8) використовуються для живлення цифрових схем мікроконтролера; AVCC і GND (Вивід 20 і 22) - для живлення аналого-цифрового перетворювача. Навіть якщо ви не збираєтеся використовувати АЦП, до нього має бути підведено живлення: з'єднайте висновки VCC з AVCC, а цифрову землю з аналоговою. Якщо ж ви плануєте використовувати АЦП, то в ланцюг харчування слід додати фільтр для зменшення перешкод. Так в даташіте рекомендується з'єднати AVCC с VCC через індуктивність 10 мкГн і з GND через Ємність 0.1 мкФ.

Вивід Reset використовується для генерації сигналу скидання мікроконтролера. Під час скидання всі регістри введення-виведення приймають свої початкові значення і виконується команда, розташована у векторі скидання (за нульовою адресою). Як правило, це перехід на адресу початку програми.

Але, якщо призначена для користувача програма не використовує переривання, то вона може розташовуватися відразу з нульової адреси.

Figure 5-3. 32-pin TQFP Top View

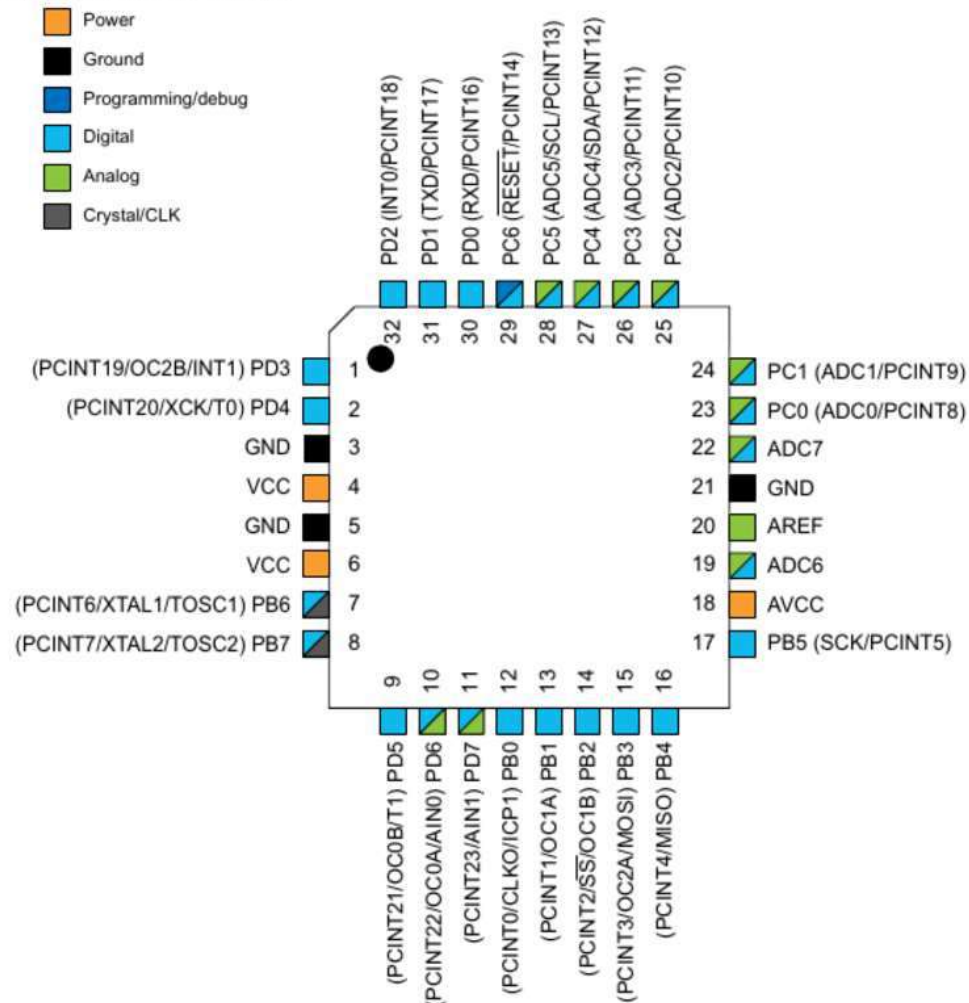


Рисунок 5.1 - Розпіновка ATmega328

Обв'язка для попередніх моделей мікроконтролерів обов'язково містить схему початкового скидання, що складається з резистора і конденсатора, яка забезпечувала поступове наростання сигналу на вході Reset при включенні живлення. Таким чином здійснювався початкове скидання мікроконтролера. Зараз же схема початкового скидання (Power-on-Reset) присутня, мабуть, в кожному сучасному мікроконтролері. Зовнішній ланцюг може знадобитися при наявності особливих вимог до тривалості імпульсу скидання (в разі повільного наростання напруги живлення).

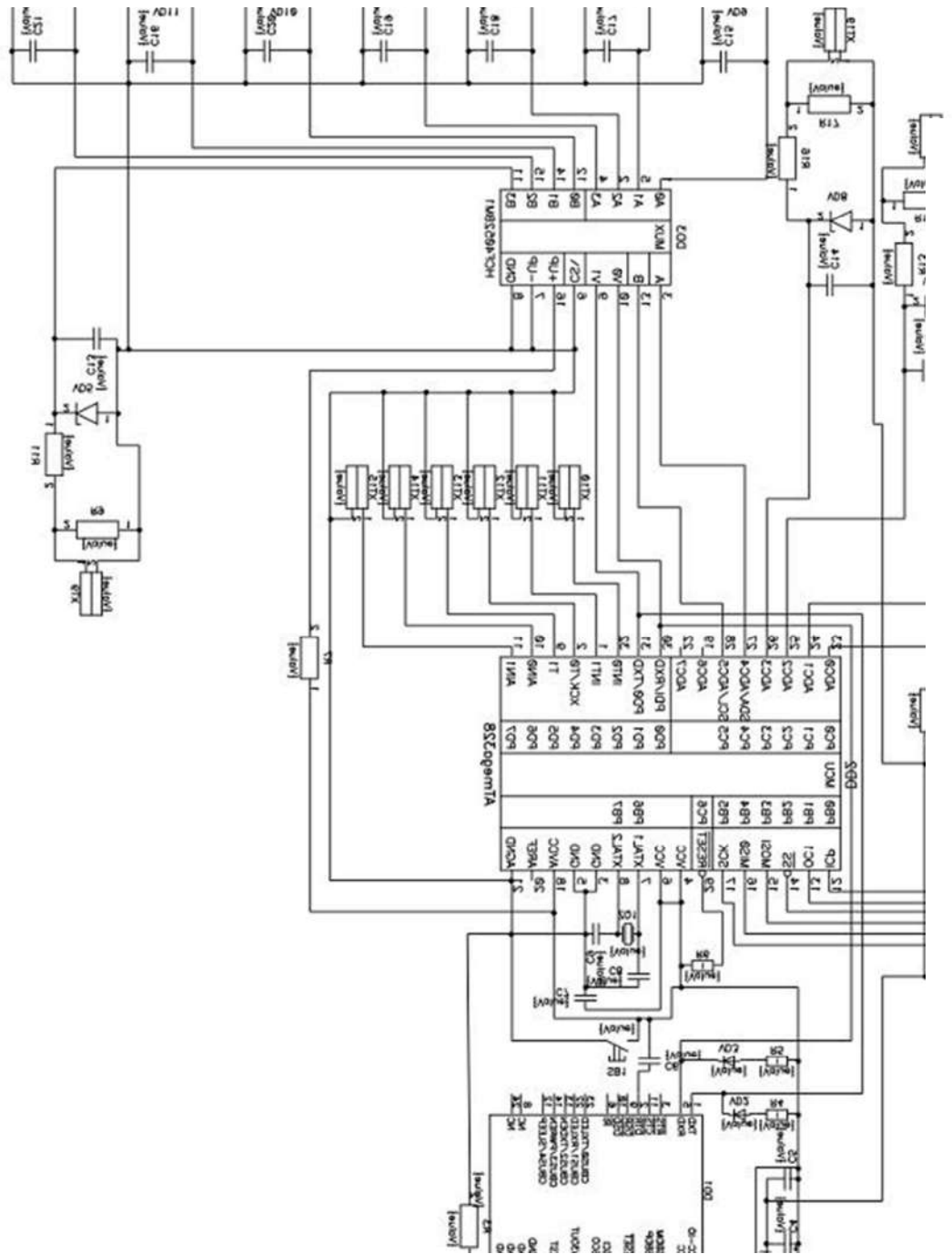
Кварцовий або керамічний резонатор забезпечують роботу вбудованого тактового генератора. Резонатор підключається до висновків XTAL1, XTAL2

мікроконтролера. Для його стабільної роботи в схему додаються керамічні конденсатори, номінал яких підбирається відповідно до рекомендацій виробника резонатора або мікроконтролера. Так в технічній документації на ATmega328 для резонаторів на 400 кГц і вище рекомендується використовувати конденсатори номіналом 12..22 пФ.

Отже, більшість компонентів, що складають типову обв'язку, вже присутні в сучасних мікроконтролерах. Однак, їх може виявитися недостатньо для стабільної роботи в жорстких умовах, в цьому випадку потрібно прийняття додаткових заходів. І тут складно передбачити всі можливі ситуації та гарантувати успішну роботу того чи іншого рішення. Тому найкраща рекомендація — це завжди перевіряти роботу схеми в реальних умовах.

Розробимо схематично обв'язку контролера ATmega 328 яка буде задовольняти нашими вимогам керування насосної станції.

За роботу всієї плати відповідає мікроконтролер DD2 ATmega328 в якому відбувається вся обробка всіх сигналів і видачею сигналів. DD1 FT232RL здійснює перетворення інтерфейсу UART 232 для підключення до ПК і внесення змін в програмі через роз'єм XT2 USBA_1J. XT1 служить для підключення живлення від 5 до 36 вольтів для стабілізації живлення для мікроконтролера DD2 Atmega328p використовується стабілізатор DA1 KP142EH5A який на виході видає 5 вольт. XT3-XT8, XT10-XT15 служить для підключення цифрових входів або виходів. XT9, XT16-XT26 служить для підключення аналогових входів 4-20 мА з додатковим живленням датчиків. DD3 HCF4052BM1 служить для збільшення кількості аналогових сигналів.



Після розробки схеми потрібно провести компонування печатної плати.

Друкована плата — це виріб, який складається з плоскої ізоляційної основи з отворами, пазами, вирізами та системою струмопровідних смужок металу (провідників), їх використовують для комутації та установки електрорадіодеталей і функціональних вузлів згідно з принципової схеми.

У виробництві радіоелектронної апаратури застосовують односторонні, двосторонні, багатошарові та плати на гнучких підставах. Основу друкованих плат виготовляють з плоского ізоляційного матеріалу; склотекстоліту, пінопласту та інші. Найбільше застосування тут отримали фольговані

склотекстоліти. У фольгованих склотекстолітах використовується фольга з двох сторін або з однієї, товщиною 35 або 50 мм. Виготовлення друкованих плат полягає в тому, щоб на поверхні друкованих плат створити провідники та деякі друковані радіодеталі (котушки індуктивності, конденсатори, перемикачі роз'єми). Висновки радіоелементів вставляють в отвір друкованої плати, для більшої міцності підгинають, а потім з'єднують з провідником і пайкою.

В якості матеріалу для основи друкованої плати використовувався склотекстоліт як один з найбільш поширених і простих матеріалів. Для виготовлення друкованої плати необхідно вирізати за розміром креслення необхідну частину склотекстоліту. Зняти задирки напилком. Накласти заздалегідь приготоване креслення на плату, загнути краю паперу і закріпити їх на зворотному боці. Далі проводиться процес свердління прямо за кресленням і без кернення. Краще рішення-наявність відповідного свердлильного верстата. Всі отвори, в тому числі й кріпильні, свердлити одним свердлом з найменшим діаметром. Після чого плату необхідно перевірити якість свердління на "просвіт" тому, що в більшості випадків знайдуться не просвердлені отвори. При необхідності досвердити отвори, після цього зі склотекстоліту акуратно знімається шаблон креслення плати через те, що задирки від свердління можуть становити небезпеку. Після зняття шаблону проводиться розсвердлювання кріпильних та інших, великих по діаметру, отворів.

Компонування друкованої плати — це процес, при якому знаходять найбільш сприятливе розміщення навісних елементів і інтегральних мікросхем на друкованій платі. Вимоги компонування висувають наступні:

- забезпечити оптимальну щільність розташування компонентів;
- виключити видимі паразитні електричні взаємозв'язки, що впливають на технічні характеристики виробу. Компонування виконується або вручну або з використанням сучасних САПР програм.

Ручне компонування в більшості випадків виконують за допомогою виготовлених шаблонів елементів, які встановлюються на платі, виготовлених з паперу або з інших матеріалів. Шаблони виготовляються в тому ж масштабі, в

якому оформляється креслення друкованої плати. Ці шаблони встановлюються на розкресленому аркуші паперу або іншому матеріалі з нанесеною координатною сіткою і шукають таке розміщення елементів, при якому довжина з'єднання їх провідників є самою мінімальною. Надалі компоновання знаходиться оптимальне положення контактних майданчиків для підключення всіх елементів.

Автоматичне компоновання виконується за допомогою різних програм з елементами графічного редактора. Вимоги до габаритних розмірів плат формуються в залежності від технології їх виготовлення. Розміри печатної плати повинні бути економічно доцільні. Виконання іншої відмінної від прямокутної форми та створення різноманітних пазів в зовнішньому контурі призводить до збільшених виробничих витрат і неповноцінного використання вихідних матеріалів. Максимальна ширина плати не може перевищувати 500 мм. Товщина яка рекомендується для плати повинна бути мм: 0,8;1;1,5;2;2,5;3. Готову друковану плату вже з встановленими на ній радіoeлементами називають друкованим вузлом.

якщо радіоеlementи мають штиркові виводи, тоді їх розміщують в отвори друкованої плати, а потім запаюють. Якщо корпус радіоеlementа має планарні виводи, то їх припаюють до заздалегідь підготовленим контактним майданчикам відповідно схеми внахліст. Для плат з односторонньою фольгою радіоеlementи зі штировими виводами необхідно встановлювати на плату з боку де немає фольги. Це дає можливість застосування сучасних високопродуктивних процесів пайки, таких як наприклад пайку "хвилею". радіоеlementи з планарними виводами не мають штирових виводів, тому пайку "хвилею" застосовувати не можна. Виходячи з цього їх можна розташовувати з обох сторін друкованої плати. Завдяки цьому забезпечується найбільша щільність монтажу, бо на одній і тій же платі можна розташувати значно більше елементів ніж зазвичай. Під час розміщення радіоеlementів на друкованій платі необхідно пам'ятати наступні аспекти::

- 1) напівпровідникові прилади та мікросхеми не можна розташовувати дуже близько до елементів, які виділяють велику кількість тепла, а також до джерел сильних магнітних полів наприклад таких як постійні магніти, трансформатори та ін.;
- 2) необхідно передбачити можливість циркуляції повітря в місці розташування елементів, що розсіюють велику кількість тепла;
- 3) необхідно забезпечити легкий доступ до елементів, які підбирають при налаштуванні схеми.

У тому випадку якщо елемент має електропровідний корпус, а під корпусом проходить провідник, то обов'язково необхідно передбачити ізоляцію як корпусу так і провідника. Ізоляція зазвичай здійснюється такими шляхами як:

- надяганням на корпус елемента трубок з ізоляційного матеріалу;
- нанесенням тонкого шару епоксидної смоли на плату в зоні розташування корпусу;
- наклеюванням на плату тонких ізоляційних прокладок.

Від правильного розташування корпусів мікросхем на друкованій платі залежать такі параметри як габарити, маса, надійність, стійкість до перешкод.

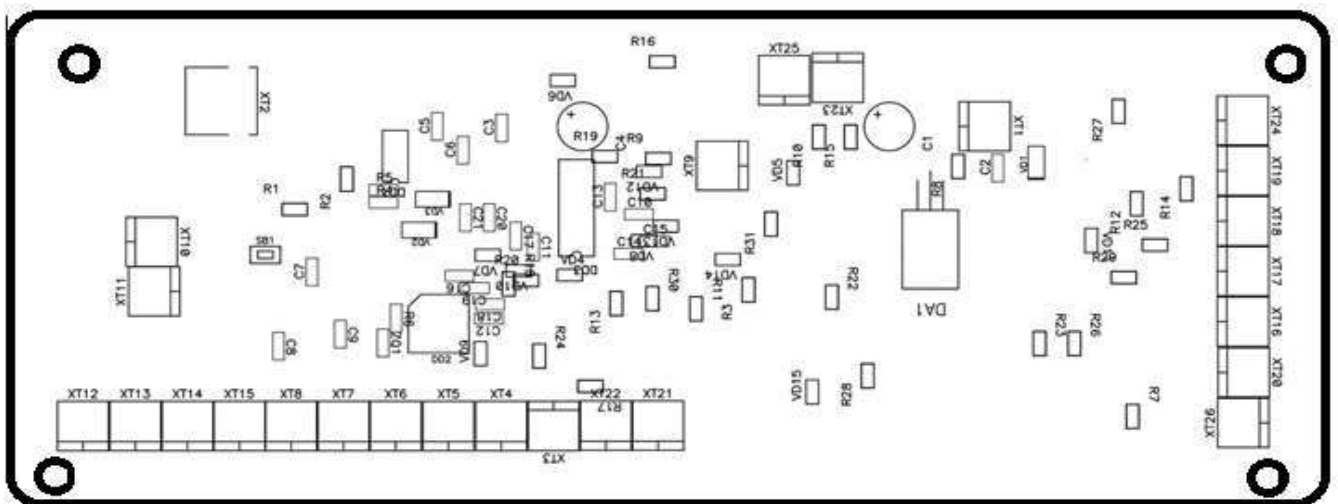


Рисунок 5.3. Розташування елементів

Після компонування потрібно провести трасування друкованої плати

Трасування друкованої плати — це проведення провідників, що з'єднують майданчики, так, щоб вони мали мінімальну довжину, і мінімальне число переходів на інші шари з метою усунення перетинів. Трасування друкованої плати роблять вручну або з використанням однієї з багатьох САПР-програм.

Ручне креслення друкованих плат виконують на папері, що володіє координатною сіткою, яка нанесена з певним кроком. Завдяки сітці можна не ставити на кресленні розміри на всі елементи друкованого провідника. Виходячи з цього по сітці можна відтворити малюнок друкованої плати при виготовленні фотооригіналів, за якими буде виготовлятися шаблон для нанесення малюнка плати на заготовку. Координатну сітку наносять на креслення з певними кроками 2,5 або 1,25 мм. Крок 1,25 мм використовують в тому випадку, якщо на плату монтують багато вивідні елементи з кроком розташування висновків 1,25 мм. Центри монтажних і перехідних отворів повинні бути розташовані у точках перетинів ліній координатної сітки. Діаметр отвору в друкованій платі повинен бути більшого діаметру вставляється в нього виведення, це забезпечить зручність легкої установки електроелемента. При діаметрі виводу до 0,8 мм Діаметр не металізованого отвору роблять на 0,2 мм більше діаметра виводу; при діаметрі виводу понад 0,8 мм — на 0,3 мм більше.

Під час автоматичного трасування спеціальна програма самостійно прокладає провідники з розрахунком обмежень, які встановлюються розробником. Розробник при потребі змінює розташування деяких елементів або створення окремих трас до провідників. Сучасні САПР мають в собі системи автоматичного трасування.

Діаметр металізованого отвору залежить від діаметра вставляється в нього виведення і від товщини плати. Пов'язано це з тим, що при гальванічному осадженні металу на стінках отвору малого діаметра, зробленого в товстій платі, товщина шару металу вийде нерівномірною, а при великому відношенні довжини до діаметра деякі місця можуть залишитися непокритими. Діаметр металізованого отвору має бути не менше половини товщини плати. Отвори на платі необхідно розташовувати таким чином, щоб відстань між краями отворів

було не менше товщини плати. В іншому випадку перемичка між отворами не матиме достатньої механічної міцності.

Щоб забезпечити надійне з'єднання металізованого отвору з друкованим провідником, навколо отвору роблять контактну площадку. Контактні площадки отворів рекомендується робити у формі кільця.

Провідники на всьому їх протязі повинні мати однакову ширину. Якщо один або кілька провідників проходять через вузьке місце, ширина провідників може бути зменшена. При цьому довжина ділянки, на якому зменшена ширина, повинна бути мінімальною.

Необхідно враховувати, що вузькі провідники шириною 0,3 – 0,4 мм можуть відшаровуватися від ізоляційного підстави при незначних навантаженнях. Якщо такі провідники мають велику довжину, то слід збільшувати міцність зчеплення провідника з основою, розташовуючи через кожні 25 – 30 мм по довжині провідника металізовані отвори або місцеві Розширення типу контактної площадки з розміром 1x1мм або більше. Якщо провідник проходить у вузькому місці між двома отворами, то потрібно прокладати його так, щоб він був перпендикулярний лінії, що з'єднує центри отворів. При цьому можна забезпечити максимальну ширину провідників і максимальну відстань між ними. Екрани та провідники шириною понад 5 мм слід виконувати з вирізами Пов'язано це з тим, що при нагріванні плат в процесі з ізоляційної підставки можуть виділятися гази. Якщо провідник або екран має велику ширину, то гази не знаходять виходу і можуть спучити фольгу ділянки плати, за якими не повинні проходити друковані провідники.

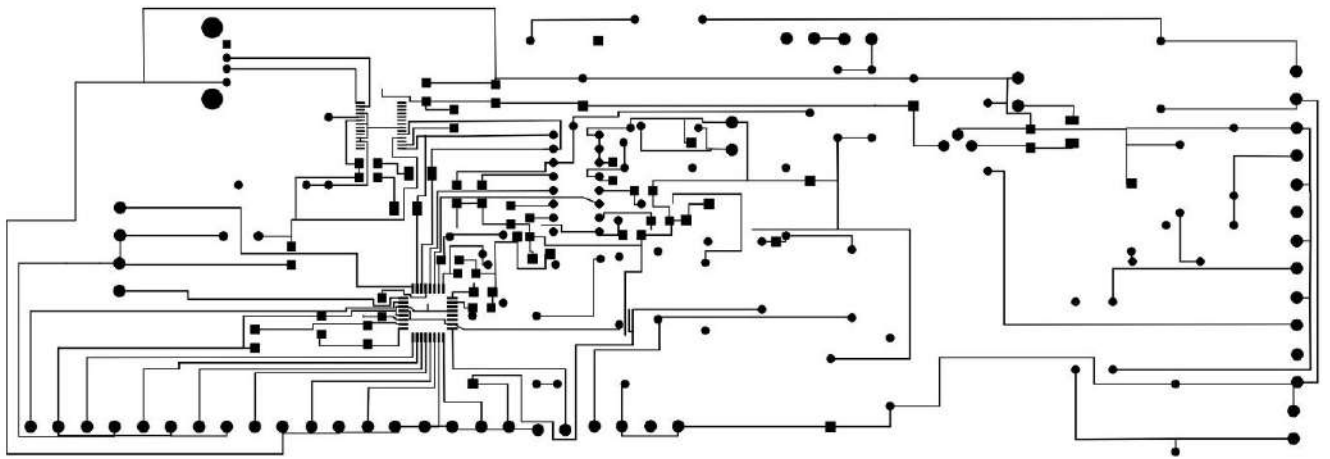


Рисунок 5.4 - Трасування печатної плати

6. Вимоги безпеки під час роботи

1. Щоб запобігти травмуванню і виникненню травмонебезпечних ситуацій, треба дотримуватися таких вимог:
 - не залишайте працююче устаткування без нагляду і не допускайте до роботи на ньому сторонніх осіб, без дозволу керівника;
 - працюйте на справному устаткуванні, при виявленні несправностей повідомити безпосереднього керівника робіт;
 - не включати устаткування при обірваних або видимих пошкодженнях захисного заземлення (занулення);
 - не виконуйте роботи, які не входять у ваші обов'язки;
 - будьте уважними до сигналів внутрішньо цехового транспорту.
2. Проводьте перевірку апаратури, реле і приладів у сирих і неопалюваних приміщеннях тільки з використанням діелектричних рукавичок і калош.
3. При перевірці та продзвонюванні жил контрольного кабелю — мегомметром необхідно вжити заходів, що виключають доторкання людей до жил кабелю. Проводьте вимір опору ізоляції в присутності другої особи. Попередньо впевніться в тому, що контрольована ділянка кола відімкнена від джерела напруги, перевірте за схемою, куди входять розгалужені ділянки кола, закрийте до них доступ сторонніх осіб; розмістите в цих місцях попереджувальні плакати та забезпечте наявність спостерігача на час проведення виміру.
4. Виконуйте перевірку і налагодження схем захисту, автоматики та приладів так, щоб робоча (неізольована) частина інструментів не змогла перекрити двох поряд розташованих контактів, затискачів, клем.
5. При вимірюванні величин струму і напруги переносний вимірювальний прилад розміщайте на пересувних столиках, підставках.
6. Приєднання приладів проводьте однією рукою і тільки до контрольних гнізд, розміщених на пульті управління устаткування.

7. Дотримуйтесь при ввімкненні відрегульованих приладів, регуляторів або тих, що вмикаються в мережу, таких вимог безпеки:

- пробне ввімкнення виконуйте після ретельної перевірки правильності складання схеми та надійності контактних з'єднань;
- упевніться у відсутності працюючих поблизу струмопровідних частин устаткування;
- виконуйте ввімкнення тільки однією рукою;
- після ввімкнення уважно огляньте елементи схеми, місця підмикання встановлених приладів, звірте з відповідними документами їх покази;
- індивідуальне випробування приладів, проводьте тільки після вимикання ліній від технологічних апаратів, трубопроводів.

8. Виконуйте електромонтажні роботи в приміщеннях, де можлива поява газу, тільки після його попереднього провітрювання і перевірки повітряного середовища на допустиму загазованість.

9. Стикування живильних кабелів і проводів проводьте шляхом їх паяння або сполучними муфтами, місця сточування заізолюйте. Виконуйте паяння проводів електропаяльником напругою 42В.

10. Використовуйте переносні світильники заводського виготовлення зі шланговим проводом для ввімкнення в мережу напругою не вище 42В. У місцях особливо небезпечних (сирих приміщеннях, підвалах і т. д.) напруга переносних ламп не повинна перевищувати 12В.

11. Перевіряти, ремонтувати контрольно-вимірювальні прилади і засоби автоматики під напругою допускається тільки в тому випадку, коли виконання робіт вимкненням з мережі неможливе (настроювання, регулювання, знаходження несправностей).

При цьому, щоб запобігти попаданню під напругу, будьте уважними, працюйте інструментом з ізольованими ручками, роботу проводьте однією рукою. Працювати слід двом робітникам.

12. При наявності траншей ззаду і спереду щита (пульту) закрийте їх плитами, дошками товщиною 50 мм або розмістите огороження.

13. Проводьте роботи на висоті тільки по наряду-допуску і якщо робоче місце обладнане риштуванням, підмостками.

14. Виконувати монтажно-налагоджувальні роботи при відсутності відповідних схем і документації на устаткування і контрольно-вимірювальні прилади (паспорти, технічні описи) не допускається.

15. Вимоги безпеки при ремонті та обслуговуванні приладів зі ртуттю:

15.1. Перед обслуговуванням приладів зі ртуттю перевірити їх цілісність.

15.2. У випадку розгерметизації ртутювмісних приладів проливу ртуть необхідно негайно і ретельно зібрати за допомогою гумової груші у герметичне закритий балон або у скляну банку з водою, закрити пробкою і зберігати у шафі з витяжною вентиляцією.

15.3. Для видалення з підлоги остаточної ртуті користуватися, ганчір'ям, змоченим 1%-ним розчином марганцевокислого калію, з додаванням 5 мл концентрованої соляної кислоти на 1 л розчину.

15.4. У випадку відкриття у приміщенні хоча б невеликої кількості витоку ртуті слюсар повинен негайно повідомити про це керівника робіт для прийняття необхідних заходів.

15.5. Прилади з ртутним заповненням, що не використовуються повинні обов'язково здаватися на склад.

15.6. Зберігання битих приладів та тих, що не використовуються повинно здійснюватися у спеціально призначених приміщеннях.

16. Вимоги безпеки при ремонті та обслуговуванні приладів для виміру тиску:

16.1. Влаштування приладів на посудинах, апаратах і трубопроводах під тиском виконується тільки з дозволу відповідальної особи.

16.2. З'єднання з місцем відбору тиску повинно бути герметичним, роз'єднання і приєднання необхідно виконувати тільки при відсутності тиску у місці його відбору.

16.3. Обслуговий персонал без письмового дозволу відповідальної особи не повинен включати та виключати прилади та регулятори тиску, затягати

ущільнення, сальники приладів і регулюючих органів, що знаходяться під тиском, усувати дрібні дефекти приладів без їх вимкнення; знімати перетворювачі, вбудовані в технологічне обладнання.

16.4. При технічному обслуговуванні приладів, їх необхідно зняти з робочого місця і замінити резервними або ж закрити місце контролю заглушками.

17. Вимоги безпеки при ремонті та обслуговуванні переносних вимірювальних приладів:

17.1. При отриманні вимірювальних приладів необхідно перевірити їх справність.

17.2. Збирання вимірювальних схем необхідно здійснювати гнучкими одножильними багатопроводовими проводами з ізоляцією, відповідній робочій напрузі приладу.

17.3. Збирання тимчасових схем необхідно виконувати тільки при вимкненому електроживленні.

17.4. В зібраній схемі перемикає єднальні проводи тільки з вимкненим електроживленням.

17.5. Переносні вимірювальні прилади слід розміщати на столах так, щоб читання їх показань не було пов'язане з наближенням до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою.

17.6. Під час вимірів не треба торкатися включених трансформаторів, приладів і проводів.

17.7. Місце вимірів необхідно огорожувати та вивішувати плакат: «Обережно! Висока напруга»

17.8. Вимірювати електротехнічні характеристики приладу слід вдвох при його повному вимкненні, виміри на роз'єднаних проводах або електродвигунах можна виконувати одному слюсарю.

17.9. При визначенні значення опору розгалужених ланцюгів необхідно перевірити за схемою, куди виходять розгалужені ділянки ланцюга, закрити до них доступ, вивісити запобіжні плакати або поставити спостерігача на весь час роботи.

17.10. Після виміру опору ізоляції кабелів і конденсаторів необхідно розрядити їх.

18. При виявленні під час роботи несправностей на робочому місці, в обладнанні та засобах колективного захисту зупинити роботу, вимкнути обладнання, прилади. Повідомити про це керівника робіт та без його вказівки роботу не відновлювати.

19. Під час роботи дотримувати наступних вимог:

- не виконувати монтажні роботи на працюючому або ввімкнутому в електромережу устаткуванні;
- не вмикати струмоприймачі в електромережу шляхом безпосереднього з'єднання (скручування тощо);
- не класти електропроводи на предмети, які можуть нанести механічні пошкодження ізоляції, на гарячу поверхню устаткування, на шланги газополуменової апаратури, ємності з маслом, кислотами та іншими їдкими речовинами;
- не вмикати електроустановку, що автоматично вимикається, без з'ясування і усунення причин її вимкнення;
- не використовувати саморобні або не калібровані запобіжники;
- не заміняти на устаткуванні прилади та електроапаратуру іншими типами, якщо це не передбачено відповідними документами;
- не передавати електроінструмент іншим особам.

20. Після закінчення ремонтних робіт несправних контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматики, сигналізації та блокувальних пристроїв проведіть під керівництвом відповідальної особи зняття заглушок і встановлення запобіжників у силовому розподільчому щиті.

21. Повідомте безпосереднього керівника ділянки (оператора) про готовність до пуску устаткування, якщо відсутні будь-які відхилення і порушення в роботі контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматизації, сигналізації та блокування.

22. Перед пуском устаткування перевірте:

- цілісність контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматики;
- можливість виводу регульованих систем з автоматичного режиму на ручний і назад;
- працездатність схем управління, сигналізації та блокування.

23. Перевірте надійність дії заміненних або відремонтованих приладів і пристроїв і при відсутності будь-яких відхилень і порушень нормальної їх роботи повідомте безпосереднього керівника робіт про готовність до пуску устаткування.

24. Про всі недоліки у роботі устаткування, нещасні випадки, що трапилися з Вами або співробітниками, факти порушення технологічного процесу повідомте свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу, зробіть відповідний запис у змінному журналі.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаної роботи розроблено система автоматизації насосної станції ями окаліни. В ході виконання випускний кваліфікаційної роботи було вивчено технологічний процес прокатки великогабаритних листів, а також етапи очищення та використання стічних вод листопрокатного цеху. Були розроблені структурна і функціональна схеми системи автоматизації насосної станції ями окаліни, що дозволяють визначити склад необхідного обладнання та кількість каналів передачі даних і сигналів. Система автоматизації насосної станції ями окаліни диспетчерського контролю та управління були спроектовані на базі польових пристроїв фірми Лімако, Овен, Тера, мікроконтролерів ATMEЛ. В даному проекті була розроблена схема зовнішніх проводок, що дозволяє зрозуміти систему передачі сигналів від польових пристроїв на щит КВПіА і в разі виникнення несправностей, легко їх усунути. Для управління технологічним обладнанням та збором даних були розроблені алгоритми пуску / зупинки технологічного обладнання та управління збором даних. Для підтримки рівня води в відстійнику був розроблений алгоритм автоматичного регулювання рівня води та вмикання насосів.

Таким чином, спроектована система автоматизованого управління насосної станції ями окаліни не тільки задовольняє поточним вимогам до системи автоматизації, але і має високу гнучкість, дозволяє змінювати та модернізувати розроблену систему автоматизованого управління відповідно до зростаючих протягом усього терміну експлуатації вимогам.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

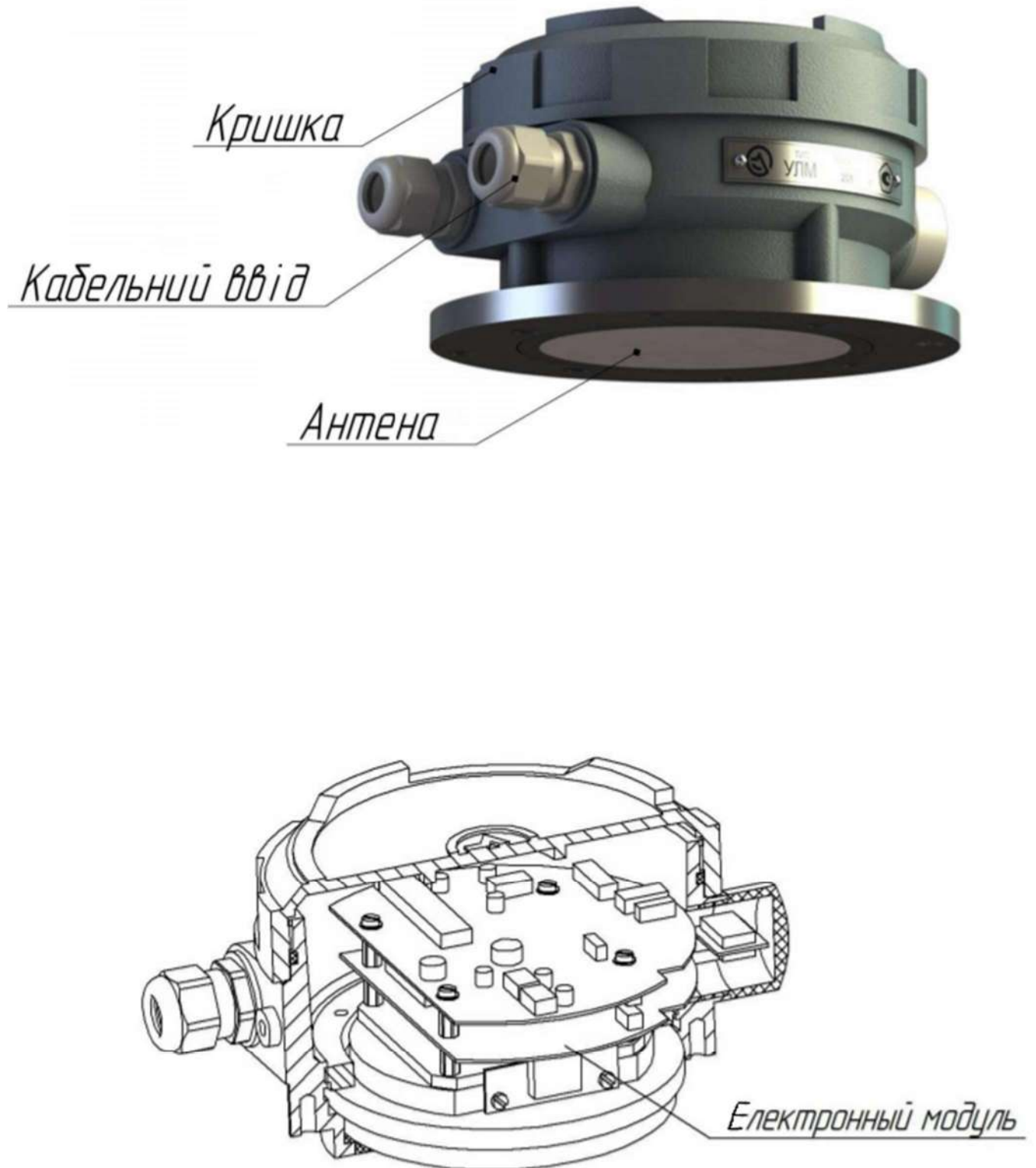
1. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровський А. Х., Ключев а. а.; під ред. А. С. Ключева. Проектування систем автоматизації технологічних процесів: довідковий посібник. 2-е вид., перероб. і дод. – м.: Енергоатомвидав, 1990. - 464 с.
2. Комісарчик В. Ф. Автоматичне регулювання технологічних процесів: навчальний посібник. - Твер 2001. - 247 с.
3. ГОСТ 21.408-93 Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів - М.: Видавництво стандартів, 1995.– 44с.
4. Попович Н. Г., Ковальчук О. В., Красовський Є. П., Автоматизація виробничих процесів і установок. – К.: Вища шк. Головне Вид-во, 1986. - 311с.
5. Литовченко Н. В. Стани і технології прокатки листової сталі. - М.: «Металургія», 1979, 272 с.
6. Фінкель А. Ф., Іпатов п. п. Технологія обладнання заводів чорної металургії: Підручник для технікумів. - М.: «Металургія», 1982. - 440 с.
7. Фотієв М. М. Електрообладнання прокатних і трубних цехів: Підручник для технікумів. - М.: «Металургія», 1995. - 256 с.
8. Зюзін В. І., Третьяков А. В. Технологія прокатного виробництва Довідник. - М.: «Металургія», 1991. - 440 с.

ДОДАТОК А
Специфікація елементів

<i>Поз.позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл</i>	<i>Примітка</i>
C1	K50-35-16 В-100 мкФ	1	
C2, C3	C1206X104G4HACTU	2	16 В-0.1 мкФ
C4	K50-35-16 В-100 мкФ	1	
C5...21	CC0603X104G4HACTU	17	16 В-0.1 мкФ
DA1	KP142EH5A	1	Стабілізатор 5В
DD1	FT232RL	1	Перетворювач USB-UART
DD2	ATmega 328	1	Мікроконтролер
DD3	HCF4052BM1	1	мультиплексор-демультиплексор
R1	C2-23- 4,7 кОм	2	
R2	C2-23-10 кОм	1	
R3	C2-33H-0.25- 0 Ом	1	
R4, R5	smd 1206 1 кОм	2	
R6	smd 1206 10 кОм	1	
R7	C2-33H-0.25- 0 Ом	1	
R8	C2-23-10 кОм	1	
R9, R10	C2-23-240 Ом	2	
R11, R13	C2-23-10 кОм	2	
R14, R15	C2-23-240 Ом	2	
R16	C2-23-10 кОм	1	
R17	C2-23-240 Ом	1	
R18...24	C2-23-10 кОм	7	
R25...31	C2-23-240 Ом	7	
SB1	KLS7-TS3601-4.3-180	1	
VD1	КД243Г	1	
VD2, VD3	KPT-3216	2	
VD4...15	1N4733A	12	
XT1	MB312-508M2	1	
XT2	USBA_1J	1	
XT3...26	MB312-508M2	24	
ZQ1	HC-49S 16.000MHzHC-49US	1	

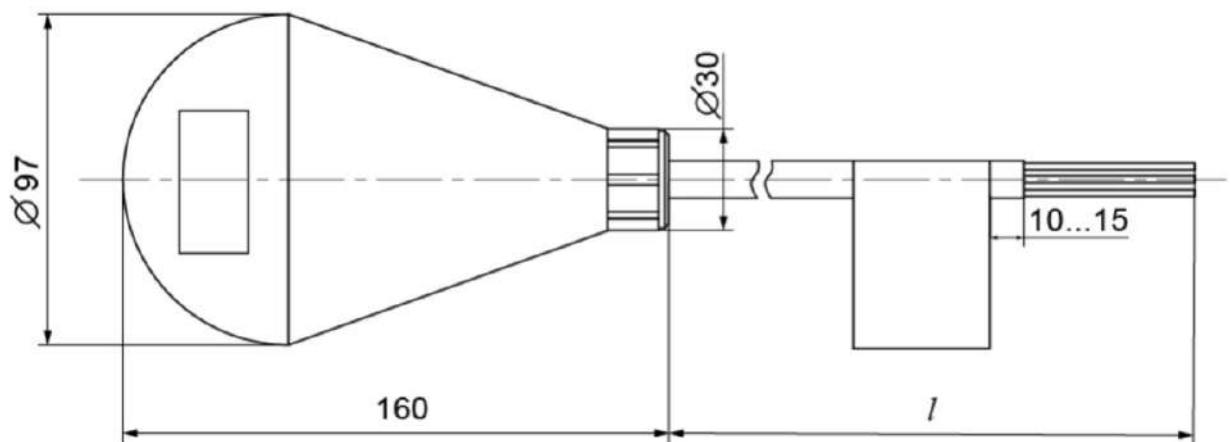
ДОДАТОК Б

Зовнішній вигляд датчика рівня



ДОДАТОК В

Зовнішній вигляд сигналізатору рівня



ДОДАТОК Г
Зовнішній вигляд термометра опору

