

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки та графічної частини (ілюстративний матеріал – слайди).

Об'єм графічної частини кваліфікаційної роботи становить 19 слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає 69 друкованих сторінок формату А4 (210×297).

Кваліфікаційна робота складається з чотирьох розділів, в яких нараховується 28 рисунків та 11 таблиць з даними. В роботі використано 18 літературних джерел.

Метою даної кваліфікаційної роботи було проектування автоматизованої системи керування водозабірним вузлом.

Ключові слова: ВОДОЗАБІРНИЙ ВУЗОЛ, КОНТРОЛЕР, ДАВАЧ, SCADA-СИСТЕМА.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	10
1.1. Структурна схема водозабірною вузла	10
1.2. Обладнання водозабірною вузла	12
1.3. Вимоги до автоматизованої системи керування водозабірним вузлом.....	15
2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	16
2.1. Аналіз технологічного процесу, як об'єкту керування	16
2.2. Аналіз технологічного процесу насосних агрегатів станції 2-го підйому.....	17
2.3. Обґрунтування вибору функціональної схеми автоматизованої системи керування	19
2.4. Обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації.....	21
2.5. Розрахунок системи автоматичного регулювання рівня в резервуарі холодної води	32
2.6. Розрахунок оптимальних параметрів налаштування регулятора методом розширених частотних характеристик.....	36
2.7. Розробка функціональної схеми автоматизації	39
2.8. Розробка принципової електричної схеми під'єднання модулів ADAM-4017 і ADAM-4050	41
2.9. Обґрунтування вибору щитів, пультів і монтаж засобів автоматизації	45
3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	47
3.1. Дослідження втрат води в резервуарі холодної води.....	47
3.2. Програмне забезпечення для візуалізації автоматизованої системи керування водозабірним вузлом вищого рівня.....	53

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ	57
4.1.Виявлення та аналіз потенційних небезпек і шкідливих дій на працівників в водозабірному вузлі.....	57
4.2.Розробка заходів по запобіганню небезпек при монтажі обладнання.....	58
4.3.Освітлення виробничих та операторських приміщень	58
4.4.Методи і засоби боротьби з шумом	60
4.5.Розрахунок штучного освітлення водозабірною вузла	64
Висновки	66
4.6.Перелік посилань	67

ВСТУП

Сьогодні складно управляти технологічним обладнанням без сучасних засобів автоматики і обчислювальної техніки, без високоефективних автоматизованих систем управління технологічними процесами, побудованих на основі сучасних досягнень в області автоматизованого управління.

Існує три рівні автоматизованого управління для впровадження систем автоматизації технічних процесів:

1. Низький рівень автоматизації передбачає автоматичний контроль і управління певними параметрами процес, дистанційне керування виконавчими механізмами, сигналізацію зміни параметрів процесу. Вибір засобів автоматизації в даному випадку зумовлений необхідністю вирішення задач стабілізації процесу по дотриманню параметрів процесу в визначених межах.
2. Середній рівень автоматизації використовується для складних систем автоматизації, з допомогою яких здійснюється ефективніше ведення процесів. В деяких випадках доцільно передбачати монтування додаткових засобів автоматичного контролю, а саме систем візуалізації для спостереження за протіканням процесів, систем доставки проб безпосередньо на робоче місце обслуговуючого персоналу. Вибір засобів автоматизації в цьому випадку напружений на забезпечення вирішення складних задач автоматизації – екстремальних задач управління або задач оптимізації процесів. Це досягається, як правило, аналоговими системами з використанням спеціалізованих регуляторів або елементів логіки.
3. Високий рівень автоматизації передбачає проектування автоматизованих систем управління технологічними процесами з використанням управляючих обчислювальних машин.

На підприємствах транспортування та подачі води рівень автоматизації низький, а часто і зовсім автоматизації там немає. Частково це пояснюється недостатнім фінансуванням - оскільки, ціни на воду і тепло поки не відповідають світовим. Проте, автоматизоване управління на водоканалах необхідне для більш ефективного управління технологічним процесом видобутку і транспортування води, оскільки це дозволяє знизити витрати енергії і ефективніше використовувати природні ресурси.

Таким чином, метою даної кваліфікаційної роботи є розробка функціональної схеми автоматизації водозабірною вузла, підбір засобів контролю та управління для ефективної та економної роботи водозабірною вузла.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Структурна схема водозабірної вузла

Вода з семи ідентичних свердловин (рис. 1.1) подається в резервуар, звідки через насосну станцію подається в міську мережу. Свердловини розміщені в павільйонах, які знаходяться на відстані від 20 до 150 метрів від резервуару. З резервуару вода поступає на насосну станцію другого підйому. Насосна станція містить шість насосів, з яких три — господарсько-питні, і три — пожежні.

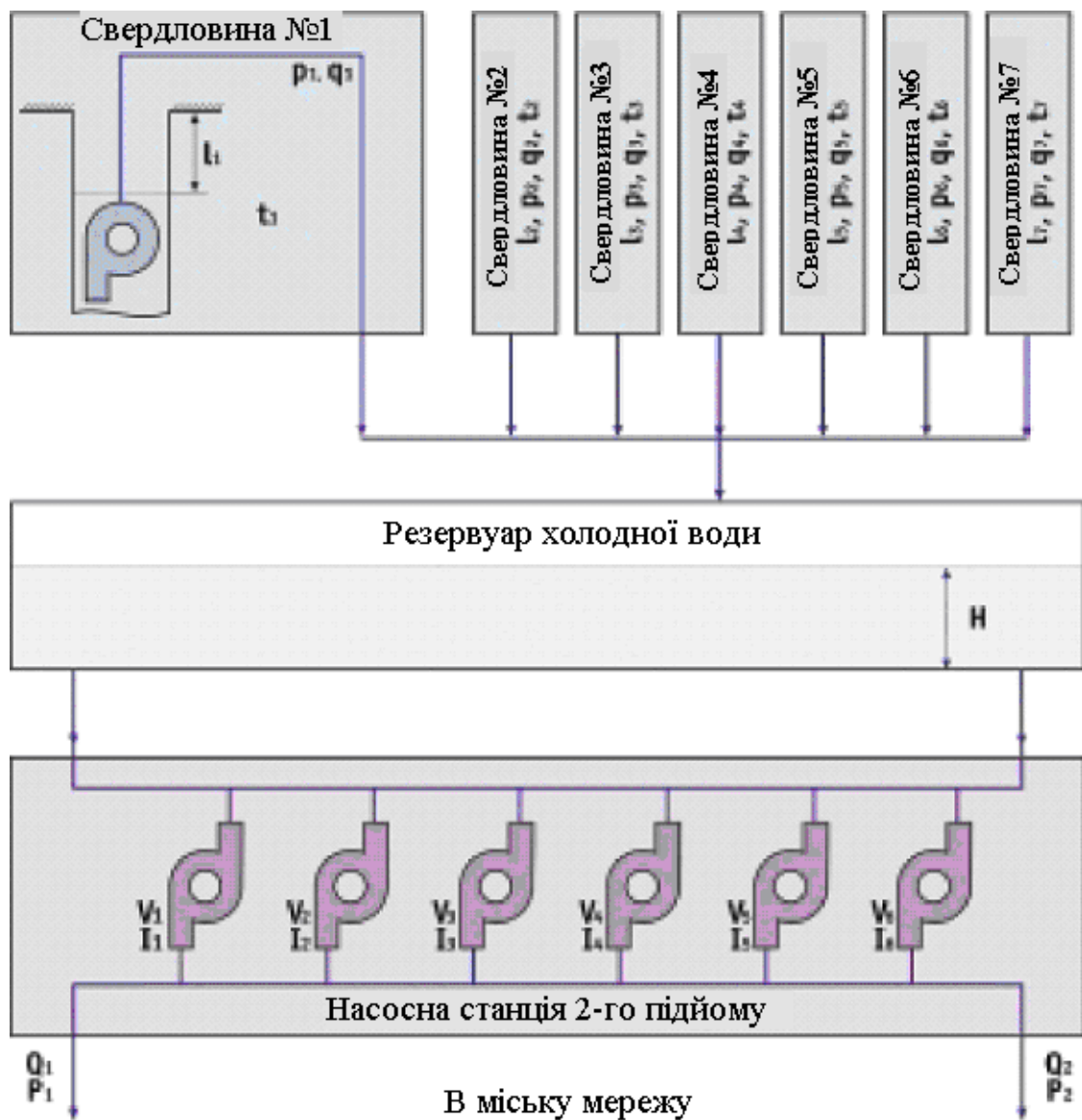


Рис. 1.1. Структурна схема водозабірної вузла

Встановлення відцентрових свердловинних насосів вертикального виконання в колодязях свердловин показано на рисунку 1.2. Вони застосовуються для підйому води з свердловин з температурою до 25°C та масовою часткою твердих механічних домішок не більше 0,01%.

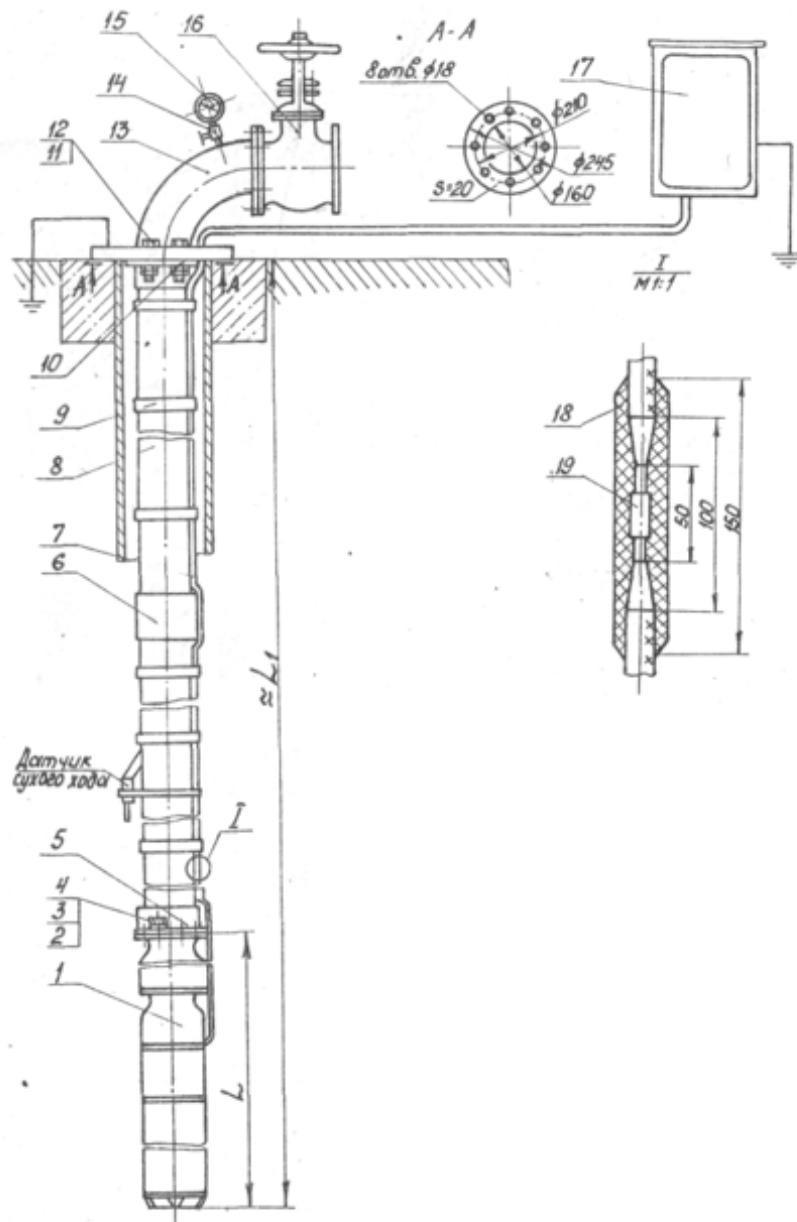


Рис. 1.2. Встановлення агрегату:

- 1 – агрегат електронасосний; 2 – болт; 3 – шайба; 4 – гайка;
 5 – перехідник; 6 – муфта; 7 – кабель струмопідвідний; 8 – труба;
 9 – пояс; 10 – перехідник верхній; 11 – болт; 12 – гайки;
 13 – коліно; 14 – кран циліндричний; 15 – манометр; 16 – засувка;
 17 – пристрій комплектний; 18 – стрічка ізоляційна; 19 – гільза

Технологічна схема роботи водозабірної вузла приведена на рис. 1.3.

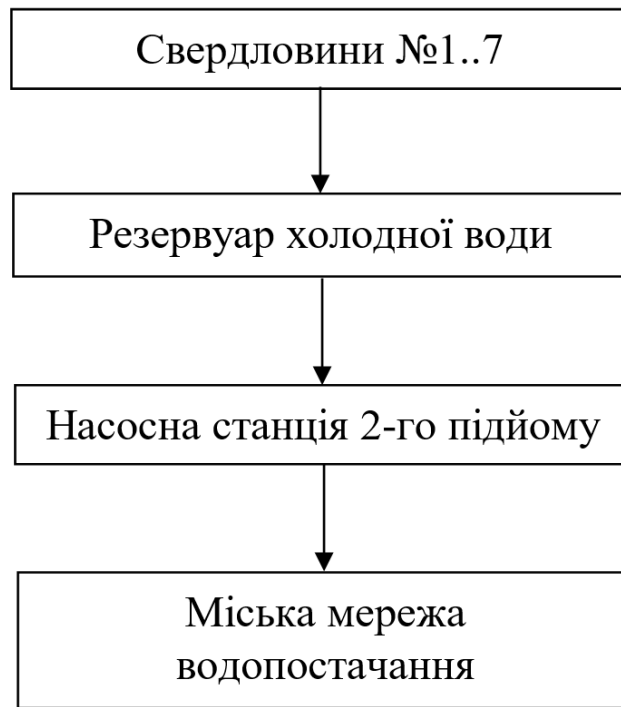


Рис. 1.3. Технологічна схема роботи водозабірної вузла

1.2. Обладнання водозабірної вузла

Перед стартом електронасосу потрібно занурити у воду весь агрегат. Керування електронасосним агрегатом виконується системою автоматичного управління. Не дозволяється одночасна робота двох і більше агрегатів на одну свердловину.

До відмови свердловинного насоса можуть наступні фактори:

- зменшення напору води більш ніж на 15% від початкового значення;
- припинення подачі води;
- зменшення опору ізоляції системи;
- обмотка статора електродвигуна в холодному стані нижче 0,5 МОм;
- збільшення струму більш ніж на 25% від номінального значення.

Технічні характеристики відцентрового свердловинного електронасосного агрегату ЭЦВ10-120-90 приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Технічні характеристики відцентрового свердловинного електронасосного агрегату ЭЦВ10-120-90

Назва показників	Одиниці вимірювання	Величина показників
Номінальна подача	м ³ /год	120
Напір	м	90
Допустиме відхилення напору	%	+10% -6%
Частота обертання	об/хв	3000
Підпір, не менше	мм	1
Коефіцієнт корисної дії	%	64
Габарити не більше:		
- поперечне січення	мм	235
- довжина	мм	2100
Маса	кг	335
Напруга мережі	В	380
Потужність електродвигуна	кВт	45
Струм	А	92,5
Діаметр свердловин	мм	250
Рекомендований діаметр водопідіймальних труб	мм	133×6 ГОСТ 8732-76

Занурювальні багатоступінчасті відцентрові насоси KDEG 200-5 (Німеччина) використовуються для встановлення в колодязі свердловин водозабірною вузла з шириною 200 мм. Температура води не повинна бути вищою 25°C. Перед стартом агрегату потрібно заповнити двигун сумішшю з 60% гліцерину і 40% прісної води.

До відмови агрегату можуть призвести наступні фактори:

- рівень води в колодязі знаходиться за межами потрібного діапазону;
- припинення подачі води.

Технічні характеристики відцентрового насосу секційної конструкції KDEG 200-5 наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Технічні характеристики відцентрового насосу секційної конструкції KDEG 200-5

Назва показників	Одиниці вимірювання	Величина показників
Номінальна подача	м ³ /год	100
Напір	м	88
Частота обертання	об/хв	2900
Коефіцієнт корисної дії	%	72
Габарити не більше:		
- поперечне січення	мм	-
- довжина	мм	2708
Маса	кг	308
Напруга мережі	В	380
Потужність електродвигуна	кВт	40
Приєднання напірного патрубку	Ду	G5B

В резервуарі холодної води відбувається відділення води від важких домішок (піску та дрібних камінців), які осідають на дно резервуару. Потім вода насосною станцією, що має шість насосів, направляється на хлорування, а далі в міську мережу водопостачання.

Показники витрати води на виходах з насосної станції вимірюються витратомірами, сили струми насосів свердловин, господарсько-питних і пожежних насосів – амперметрами. Рівень води в колодязі вимірюється пневматичним покажчиком рівня або колодязним свистком, в резервуарі - водомірним склом. Тиск в трубопроводах, що проходять від свердловин, і в мережу водопостачання вимірюється манометрами.

1.3. Вимоги до автоматизованої системи керування водозабірним вузлом

Проектована автоматизована система моніторингу і управління водозабірним вузлом має забезпечувати наступне:

- 1) комплексне автоматизоване управління водозабірним вузлом з центрального поста оператора в реальному масштабі часу;
- 2) керування двигунами основних (частотне регулювання) і пожежних (вмикання/вимикання) насосів;
- 3) керування двигунами насосів станції другого підйому (частота обертання, струм, споживана потужність);
- 4) аналіз вихідних параметрів насосної станції другого підйому: кумулятивні і миттєві витрати, тиск виході в міську мережу водопостачання;
- 5) моніторинг рівня води в резервуарі насосної станції;
- 6) дистанційне керування двигунами глибинних насосів (вмикання/вимикання);
- 7) аналіз параметрів свердловин: характеристик глибинних насосів, тиску, витрати води з свердловин, температури повітря в павільйоні свердловини, рівня води в свердловині;
- 8) аварійну сигналізацію у випадках несанкціонованого проникнення на територію водозабірною вузла.

2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1. Аналіз технологічного процесу як об'єкта керування

На рисунку 2.1 приведена структурна схема взаємозв'язків між вхідними і вихідними величинами водозабірною вузла

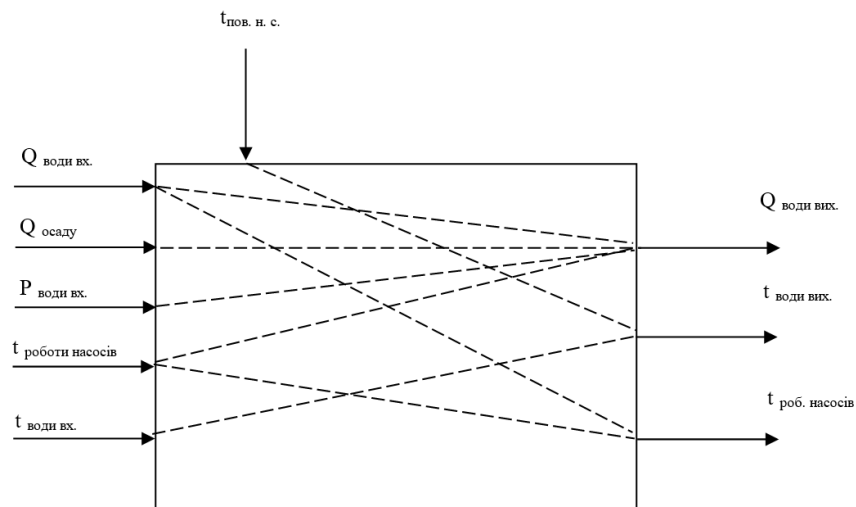


Рис. 2.1. Структурна схема взаємозв'язків між вхідними і вихідними величинами водозабірною вузла

Вхідними величинами є:

- $Q_{\text{води вх.}}$ – об'єм води, яка надходить в резервуар, м³/год;
- $Q_{\text{осаду}}$ – об'єм осаду, який надходить в резервуар, м³/год;
- $P_{\text{води вх.}}$ – тиск води на вході в резервуар, МПа;
- $t_{\text{роботи насосів}}$ – час роботи насосів свердловин, год;
- $t_{\text{води вх.}}$ – температура води на вході в резервуар, °С.

Вихідними величинами є:

- $Q_{\text{води вих.}}$ – об'ємна витрата води міською мережею, м³/год;
- $t_{\text{води вих.}}$ – температура води після насосної станції 2-го підйому, °С.
- $t_{\text{роботи насосів}}$ – час роботи насосних агрегатів станції 2-го підйому, год.

Зовнішньою впливовою величиною процесу є температура повітря навколишнього середовища $t_{\text{нав. с}}$ в приміщенні водозабірному вузла, °С. Дана температура буде впливати на температуру води, яка подається в міську мережу.

Об'єм води після насосів свердловин, час роботи насосів, тиск після насосів і об'єм осаду мають вплив на об'єм води, що надходить в міську мережу. Об'єм води після насосів свердловини буде більшим ніж об'єм води, що надходить в міську мережу

$$V_{\text{води вх.}} > V_{\text{води вих.}}$$

Температура води після насосів свердловин буде нижчою від температури води, що надходить в міську мережу

$$t_{\text{води вх.}} < t_{\text{води вих.}}$$

2.2 Аналіз технологічного процесу насосних агрегатів станції 2-го підйому

На рисунку 2.2 приведено узагальнену структурну схему системи подачі води в міську мережу з постійним тиском.

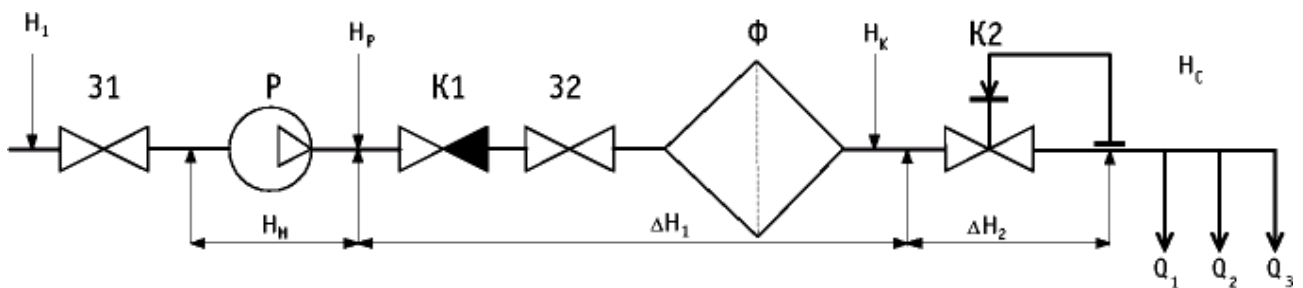


Рис. 2.2. Спрощена технологічна схема з насосним агрегатом
31, 32 — технологічні засувки; P — насос; K1 — зворотний клапан;
Φ — фільтр; K2 — регулюючий клапан

Основні технологічні параметри даної схеми: H_1 — вхідний тиск, H — тиск після насосів, H_k — тиск перед регулюючим клапаном, H_c — тиск в мережі споживачів і Q_1 - Q_3 — витрати води споживачів мережі. Також слід вказати тиск

H_n , що генерується насосом та втрати тиску на елементах системи, які розташовані між насосом Р і мережею споживачів: ΔH_1 — втрати тиску на засувці З2 і водяному фільтрі і ΔH_2 — втрати тиску на регулюючому клапані.

Корисна енергія для подачі води споживачам може бути розрахована за формулою:

$$W_c = H_c \times (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

Гідравлічна енергія, що генерується насосом може бути визначена за формулою:

$$W_H = H_n \times (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

В ідеальному випадку бажано, щоб W_c дорівнювало W_H . В реальних умовах між насосом і мережею розміщені елементи із власними гідравлічними опорами, на яких розсіюється частина тиску, що генерується насосом:

$$\Delta H_{\Pi} = \Delta H_1 + \Delta H_2$$

Отже, втрати енергії можна обчислити за формулою

$$\Delta W_n = \Delta H_{\Pi} \times Q_c$$

Таким чином, насос повинен генерувати гідравлічну потужність рівну

$$W_H = h_c \times (Q_1 + Q_2 + Q_3) + \Delta H_n \times (Q_1 + Q_2 + Q_3)$$

Отже, втрати енергії в технологічному процесі залежать від витрати споживчої мережі і втрат тиску на обладнанні насосної станції, які формуються гідравлічним опором елементів схеми.

Оцінити втрати тиску можна, порівнявши покази манометрів перед напірною засувкою 32 і манометру в трубопроводі мережі. Чим більше різниця в їх показах, тим більше втрат енергії має система.

Для забезпечення мінімальних енергетичних втрат потрібно зменшити втрати тиску між трубопроводом насосу і міською мережею (ΔH_{Π}).

2.3 Обґрунтування вибору функціональної схеми автоматизованої системи керування

Спроектована в комплексній роботі автоматизована система управління роботою водозабірною вузла дозволить покращити ефективність керування процесом, збільшити терміну служби обладнання, підвищити продуктивність системи, знизити енергетичні витрати, що в загальному призведе до зниження собівартості послуг.

Згідно технічного завдання на кваліфікаційну роботу, запропонуємо наступні вимоги до системи автоматизації основних вузлів:

- повинна забезпечувати основні технологічні характеристики в межах їх допустимих значень;
- має бути побудована з використанням сучасних мікропроцесорних пристроїв;
- має дозволяти оператору вручну коректувати завдання та змінювати хід технологічного процесу;
- повинна передбачати контроль параметрів в реальному часі, за значенням яких виконується регулювання, сигналізація та захист, і параметрів, що не беруть участі в зазначених заходах, проте впливають на ефективність протікання технологічного процесу.

У кваліфікаційній роботі передбачено розробку автоматизованої системи для контролю, автоматичного регулювання, автоматичної безпеки та аварійної світлової і звукової сигналізації водозабірною вузла.

1. Контроль:

- товщини шару води в свердловинах;
- тиску води в трубопроводі;
- сили струму насосів свердловин;
- сили струму пожежних насосів;
- температури повітря в павільйоні свердловини;
- витрати води з свердловин;
- об'єму води в резервуарі насосної станції;
- розхід холодної води в міській мережі.

Вимірювання температури води і повітря в приміщенні водозабірною вузла виконується термоперетворювачами опору типу ТСП, термоелектричними перетворювачами типу ТХА і потенціометрами типу КСМ2 і КСП2.

Автоматичне регулювання повинно здійснюватися:

- двигунами основних насосів;
- двигунами пожежних насосів;
- двигунами глибинних насосів в свердловині.

Регулювання цих параметрів забезпечується за допомогою використання термоелектричних перетворювачів типу ТХА, електронних регуляторів типу РС 29.3, підсилювачів типу У 29.2 та виконавчих механізмів типу МЭО-16/25 і МЭО-100/25.

Сигналізація включає:

- вмикання/вимикання глибинних насосів;
- вмикання/вимикання пожежних насосів;
- аварійну сигналізацію у випадках несанкціонованого проникнення на територію водозабірною вузла.

2.4. Обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації

Підбір технічних засобів автоматизації проводимо з врахуванням кількості вхідних і вихідних аналогових та дискретних сигналів.

Занурюваний зонд LMP 308/308i в корпусі з нержавіючої сталі призначений для безперервного вимірювання рівня рідин, неагресивних до нержавіючої сталі (рис. 2.3).

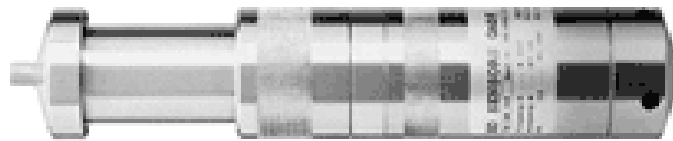


Рис. 2.3. Занурюваний зонд LMP 308

Головним елементом занурюваних зондів є давач тиску DSP 401 або DSP 402. Гідростатичний тиск, що прямо пропорційний рівню рідини над мембраною, передається за допомогою наповнювача з інертного масла на вимірювальну мікросхему. На мікросхемі, з використанням напівпровідникових технологій побудований тензометричний міст, вихідний сигнал якого генерується в температурному відношенні і конвертується на стандартний електричний сигнал 4-20 мА.

Кабельна муфта виконується в декількох варіантах:

- LMP 308 - лише кабель; кабель з ізоляційною ПП трубкою; кабель з ізоляційною нержавіючою трубкою.
- LMP 808 - лише кабель; кабель з ізоляційною ПП трубкою; кабель з ізоляційною ПВХ трубкою.

Вибір конструкції кабельної муфти залежить від хімічного і механічного опору занурюваного зонда.

Технічні характеристики занурюваного зонда LMP 308/308i приведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1. Технічні характеристики занурюваного зонда LMP 308/308i

Показник	Значення
Робочий тиск	0,06 - 20 бар
Вихідний сигнал	двохпровідний
Сила струму	4 - 20 мА
Напруга	12 – 36 В
Монтажні розміри: для LMP 308 для LMP 808	L=165мм, D=35мм L=191мм, D=40мм

Давач тиску DMP 331 використовується для вимірювання низького тиску загальнопромислового застосування (рис. 2.4). DMP 331 конвертує тиск газів в електричний сигнал.

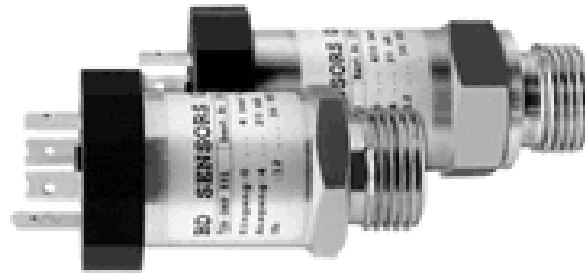


Рис. 2.4. Давач тиску DMP 331

Технічні характеристики давача тиску DMP 331 приведені в таблиці 2.2.

Індукційний витратомір SIMA FC 2 (рис. 2.5) використовується для промислових замірів витрати рідин, в основному у водному господарстві.

Індукційний витратомір SIMA FC 2 містить перетворювач і давач, що поставляється в комплекті.

Перетворювач має годинник реального часу. В пам'яті перетворювача можна зберігати до 1000 значень, які вимірюються із заданою періодичністю в автоматичному режимі, наприклад п'ятнадцяти хвилинний максимум щодня в певний час. Зберігають, як правило, максимальне, мінімальне або середнє значення в діапазоні, об'єм рідини і реальний час.

Таблиця 2.2. Технічні характеристики давача тиску DMP 331

Показник	Значення
Робочий тиск	від 0..60 мбар до 0...25 бар
Вихідний сигнал	двохпровідний трьохпровідний
Сила струму	4 - 20 мА / для двухпроводникового виконання 0 - 20 мА / для трьохпроводникового виконання 4 - 20 мА / для трьохпроводникового виконання
Напруга	12 - 36 В / для двухпроводникового виконання 0 - 1 В / для трьохпроводникового виконання 0 - 5 В / для трьохпроводникового виконання 0 - 10 В / для трьохпроводникового виконання 1 - 6 В / для трьохпроводникового виконання
Клас захисту	IP 65-68
Точність	0,5% / 0,25% у всьому діапазоні згідно ІЕС 60770

Також в пам'ять поміщаються випадково утворені останні чотири похибки. Крім того, налаштуванні дані (калібрувальні постійні і параметри режимів) також поміщають в енергонезалежну пам'ять (EEPROM).



Рис. 2.5. Індукційний витратомір SIMA FC 2

Перетворювач призначений для дозування вказаного об'єму рідини. Дозування вмикається кнопкою або зовнішнім сигналом, і вимикається перетворювачем.

Пристрої можуть бути одночасно приєднані до вхідної лінії, вихідної лінії, виходу сигналу по струму, частотному виходу, запуску дозування, зупинки дозування, а також двом багатофункціональним виходам. Використовуючи незалежні багатофункціональні виходи можна отримувати імпульси про об'єм рідини, що протікає в обох напрямках, запускати і зупиняти процес дозування.

Перетворювач містить роз'єм послідовного інтерфейсу RS232, за допомогою якого можна здійснювати зв'язок з комп'ютером або контролерами безпосередньо. Також перетворювач додатково може бути обладнаний RS-485 інтерфейсом.

З точки зору інтерфейсів перетворювач є відкритою системою, яку можна доповнити обладнанням для приєднання інших шин. Його будова дає можливість інтегрувати витратомір в систему вимірювання, регулювання і аналізу даних.

Технічні характеристики перетворювача і давача індукційного витратоміра SIMA FC 2 приведені відповідно в таблицях 2.3 та 2.4.

Таблиця 2.3. Технічні характеристики перетворювача індукційного витратоміра SIMA FC 2

Показник	Значення
Напруга живлення	230 В (+10%, -15%), 50 Гц
Витрата потужності	12 ВА (максимально)
Робоча температура	-5°C - +45°C (захищати від прямого сонячного проміння)
Діапазон вимірювання	0,1-10 м/с

Таблиця 2.4. Технічні характеристики давача індукційного витратоміра SIMA FC 2

Показник	Значення
Провідність рідини, що вимірюється	$\geq 5 \text{ МкС/см}$
Футерівка	Технічна гума, тефлон
Тиск середовища	0,6-2,5 МПа
Матеріал електродів	хімічно стійка сталь, титан, платина

Термопара в проєктованій автоматизованій системі буде використовуватись для вимірювання температури повітря і води в приміщенні водозабірною вузла.

Принцип роботи термопар базується на термоелектричному ефекті. Якщо з'єднати два провідники (термоелектроди) з різних сплавів так, щоб вони утворювали замкнене електричне коло, і підтримувати місця контактів (спаї) при різній температурі, то в колі буде протікати постійний струм.

Зараз існує велике різноманіття термопар різних виробників і параметрів. У випадку кваліфікаційної роботи при виборі термопари слід врахувати те, що вона буде використовуватись в харчовій галузі та необхідно забезпечити малу похибку вимірювання. Тому було вибрано термопару TR 47 компанії „Endress+Hauser” (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Термопара TR 47

Цей давач призначений для застосування в харчовій та фармацевтичній промисловості. Технічні характеристики давача тиску DMP 331 приведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. Технічні характеристики термопари TR 47

Показник	Значення
Діапазон робочих температур	-50 - +650
Допустимий тиск	до 12 МПа
Швидкість протікання рідини	до 5 м/с
Вихідний сигнал	4 - 20 мА
Часова реакція	10 с
Степінь захисту	IP 54

Блок перетворення сигналу використовується для передачі сигналу від термопари до комп'ютера, оскільки в термопарах залежність термоЕРС від температури має нелінійний характер. Також, на вхід комп'ютера потрібно надіслати спеціальний цифровий сигнал для обробки.

Конвертування сигналу від давача в цифрову форму можна забезпечити за допомогою різних технічних засобів: плат АЦП, контролерів, спеціалізованих модулів і ін.

Плати АЦП мають малий розмір і легко монтуються у роз'єми комп'ютера. Проте необхідно виконувати спеціалізоване програмування на низькорівневих мовах, що не завжди є можливо.

Контролери, як правило, є дорогими. Оптимальним рішенням для задач даної кваліфікаційної роботи є застосування спеціальних модулів компанії «Advantech».

Для отримання сигналу з термопар, витратомірів, давачів тиску та давачів сигналізації, а також для подальшого конвертування цього сигналу та обробки обираємо модуль віддаленого вводу аналогових сигналів ADAM-4017. Для управління пожежним насосним обладнанням насосної станції другого підйому

обираємо модуль віддаленого цифрового вводу/виводу ADAM-4050. Для управління частотними перетворювачами ER-55 і управління господарсько-питним насосним обладнанням обираємо модуль віддаленого цифрового вводу/виводу ADAM-4520.

Модуль ADAM-4017 (рис. 2.7.) є 16-розрядним, 8-канальним модулем віддаленого вводу аналогових сигналів, що дозволяє проводити програмування вхідних діапазонів усіх каналів. Оптоізольовані входи забезпечують захист модуля і периферійного обладнання від пошкодження високими напругами вхідних кіл.



Рис. 2.7. Модуль ADAM-4017

Для конвертування сигналів напруги або струму, що надходять з датчиків, в цифровий формат, модуль ADAM-4017 застосовує аналогово-цифровий сигма-дельта перетворювач під управлінням 16-бітового мікропроцесора. Далі модуль здійснює конвертування отриманих цифрових даних в одиниці фізичної величини. При запиті даних системним комп'ютером, модуль надсилає йому дані по інтерфейсу RS-485.

В таблиці 2.6 наведено технічні характеристики модуля ADAM-4017.

Таблиця 2.6. Технічні характеристики модуля ADAM-4017

Канали аналогового вводу	Шість диференційних Два однополярних
Тип аналогового входу	mV, V, mA
Вхідний діапазон	J, K, T, E, R, S і В термопари ±15 мВ, ±50 мВ, ±100 мВ, ±500 мВ, ±1 В, ±2.5 В, ±20 мВ
Вихід швидкість максимальна відстань	RS-485 (2-жильний) 1200, 2400, 4800, 9600, 19.2К, 38.4К 1200 метрів
Напруга ізоляції	3000 В
Дискретність вибірки	10 вибірок/сек (загальна)
Робоча полоса частот	13,1 Гц
Точність	± 0.1 % і вище
Дрейф нуля	±0.3 мВ / °С
Дрейф діапазону	±25 ppm / °С
CMR 50/60 Гц	92 дБ
Вхідний імпеданс	1.8 MW
Контрольний таймер	Так
Вимоги до живлення	+10 - +30 В (не регульована)
Споживана потужність	0.8 Вт

Модуль перетворювача ADAM-4520 (рис. 2.8.) призначений для перетворення RS-232 інтерфейсу в RS-485. Модуль віддаленого цифрового вводу/виводу ADAM-4520 дозволяє легко монтувати лінії зв'язку із стандартними апаратними засобами комп'ютера на значну відстань.



Рис. 2.8. Модуль ADAM-4520

В таблиці 2.7 наведено технічні характеристики модуля ADAM-4520.

Модулі ADAM-4017 та ADAM-4520 монтується в апаратній шафі на DIN рейку.

Для передачі сигналу від термопари до комп'ютера застосовується два модулі ADAM. ADAM-4017 використовується для отримання сигналу від датчика та конвертування його в уніфікований формат і передачу на порт RS-485. ADAM-4520 отримує сигнал від ADAM-4017 і перетворює його у формат передачі даних RS-232, після чого надсилає комп'ютеру.

Під'єднання термопари до модуля ADAM-4017 виконується через диференційний вхід: датчик під'єднується до клем Vin0+ та Vin0-.

З'єднуються модулі ADAM двожильним кабелем, що використовується для мереж RS-485. З'єднання відбувається через клеми датчиків DATA+ і DATA-. При цьому клемма DATA+ модуля ADAM 4017 під'єднується до клемми DATA+ модуля ADAM-4520, а DATA- відповідно з DATA-.

Таблиця 2.7. Технічні характеристики модуля ADAM-4520

Показник	Значення
Швидкість передачі	300 - 115200 Кбіт/с
Гальванічна ізоляція	500 В
Максимальна довжина лінії зв'язку	до 1200 м
Напруга живлення	10 - 30 В
Робоча температура	0 – 75 °С
Точність	± 0.1 % і вище
Дрейф нуля	±0.3 <u>mV</u> / °С
Дрейф діапазону	±25 <u>ppm</u> / °С
CMR 50/60 Гц	92 дБ
Контрольний таймер	Так
Споживана потужність	0,6 Вт

Під'єднання модуля ADAM 4520 здійснюється через стандартний COM-порт з режимом передачі даних RS-232. Для цього використовується спеціальний кабель з розведеними провідниками на одному кінці та стандартним з'єднувачем для COM-порту в іншому. При з'єднанні дотримуються наступної схеми:

- клема TxD модуля ADAM 4520 під'єднується до клеми RxD;
- RxD з'єднується з TxD;
- RTS з RTS;
- GND з GND.

ADAM-4050 (рис. 2.9) є модулем віддаленого цифрового вводу/виводу, який дозволяє проводити програмування 7 цифрових входів і 8 виходів типу.

Модуль є дешевим і ефективним пристроєм, що застосовується в промисловості для отримання, обробки і передачі цифрових сигналів.



Рис. 2.9. Модуль ADAM-4050

В таблиці 2.8 наведено технічні характеристики модуля ADAM-4050.

Таблиця 2.8. Технічні характеристики модуля ADAM-4050

Канали цифрового вводу	7
Канали цифрового виводу	8 типу „відкритий колектор”
Тип цифрового входу	Логічний нуль: +1 В Логічна одиниця: від +3,5 В до +30 В
Тип цифрового виходу	Відкритий колектор до 30 В, 30 мА
Вимоги до живлення	+10 - +30 VDC (не регульована)
Споживана потужність	0,8 Вт

2.5 Розрахунок системи автоматичного регулювання рівня в резервуарі холодної води

Для розрахунку автоматичного регулювання потрібно математично описати об'єкт управління, визначити рівняння, які дозволяють розрахувати зміну керуючої величини, викликані різними факторами, а також дією регулятора. Система цих рівнянь є математичною моделлю об'єкту регулювання.

Для розрахунку вибрана система автоматичного регулювання рівня в резервуарі холодної води в моменти запуску і зупинки електронасосів свердловин.

В режимах запуску і зупинки системи резервуар холодної води, що являє собою об'єкт регулювання рівня, є інтегруючою ланкою з пропорційним П-регулятором. Параметром налаштування П-регулятора є коефіцієнт підсилення K_p . Величина обернена коефіцієнту підсилення регулятора $\delta = 1/K_p$ називається статистичною похибкою.

Метою моделювання системи автоматичного регулювання є знаходження критерію оптимальної роботи системи.

Структурна схема змодельованої системи автоматичного регулювання приведена на рисунку 2.10.

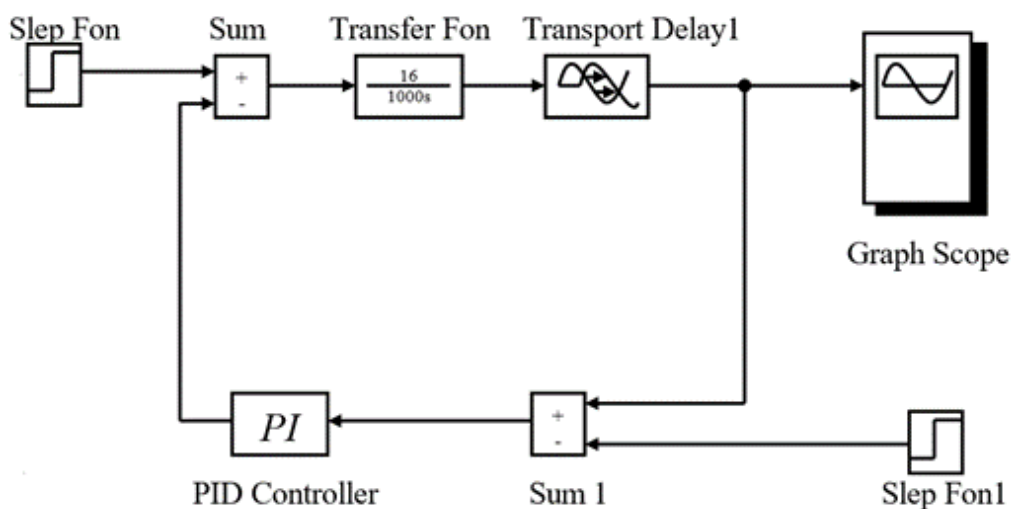


Рис. 2.10 Структурна схема САР регулювання рівня холодної води в резервуарі

Передаточна функція містить інтегральну ланку і ланку запізнення:

$$W(P) = \frac{k}{T \cdot p} \cdot e^{r_3 \cdot P}$$

Моделювання проводимо в Simulink, встановлюючи наступні параметри:

- інтегруюча ланка, $k=16$, $T=1000$;
- ланка запізнення, $r_3=12$ с;
- коефіцієнт підсилення, $Kp=5,04$.

Під час моделювання було отримано перехідні процеси системи автоматичного регулювання з П-регулятором. Перехідний процес замкненої системи з П-регулятором, при 20% збуренні відповідає вказаним показникам регулювання.

Здійснювалась оптимізація перехідного процесу, завдяки чому знизилась статична похибка управління. Оптимізований коефіцієнт підсилення автоматичного регулятора $Kp=5.6246$. На рисунку 2.11 показано криву розгону насосного агрегату свердловини при 20 % зміні положення регулюючого органу подачі холодної води.

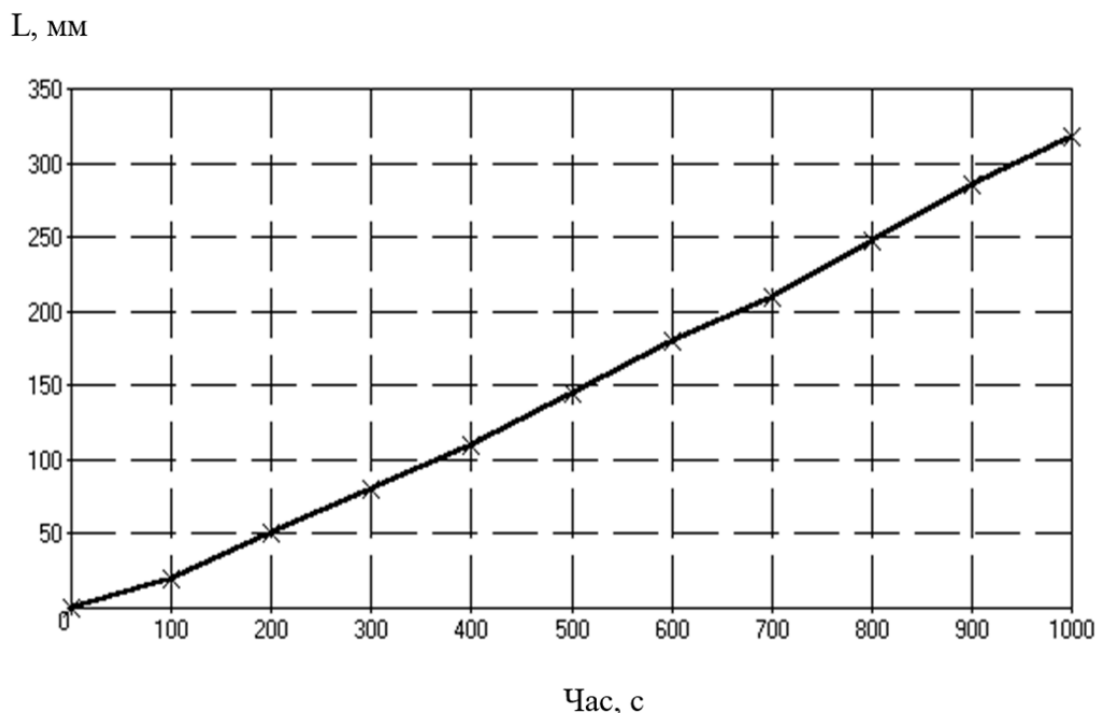


Рис. 2.11. Крива розгону насосного агрегату свердловини при 20 % зміні положення регулюючого органу подачі холодної води

Вибираємо на кривій розгону базову точку:

$L_0=320$ мм, тоді

$t_0=1000$ с.

Звідси

$$K = \frac{L_0}{\mu}$$

де μ - величина збурення, $\mu=20\%$

$$K = \frac{320}{20} = 16$$

де $T = t_0 = 1000$ с

$r_3 = 12$ с. (з кривої розгону)

Таким чином, передаточна функція буде мати вигляд

$$W(P) = \frac{16}{1000 \cdot p} \cdot e^{-12 \cdot P}$$

Отже, математична модель об'єкту:

$$L(t) = \frac{K}{T} \cdot \mu \cdot (t - r_3)$$

На рисунку 2.12 показано перехідний процес замкненої системи з П-регулятором при 20% збуренні каналом регулюючої дії при розрахованих параметрах регулятора.

На рисунку 2.13 показано перехідний процес замкненої системи з П-регулятором при 20% збуренні каналом регулюючої дії при оптимізованих параметрах регулятора.

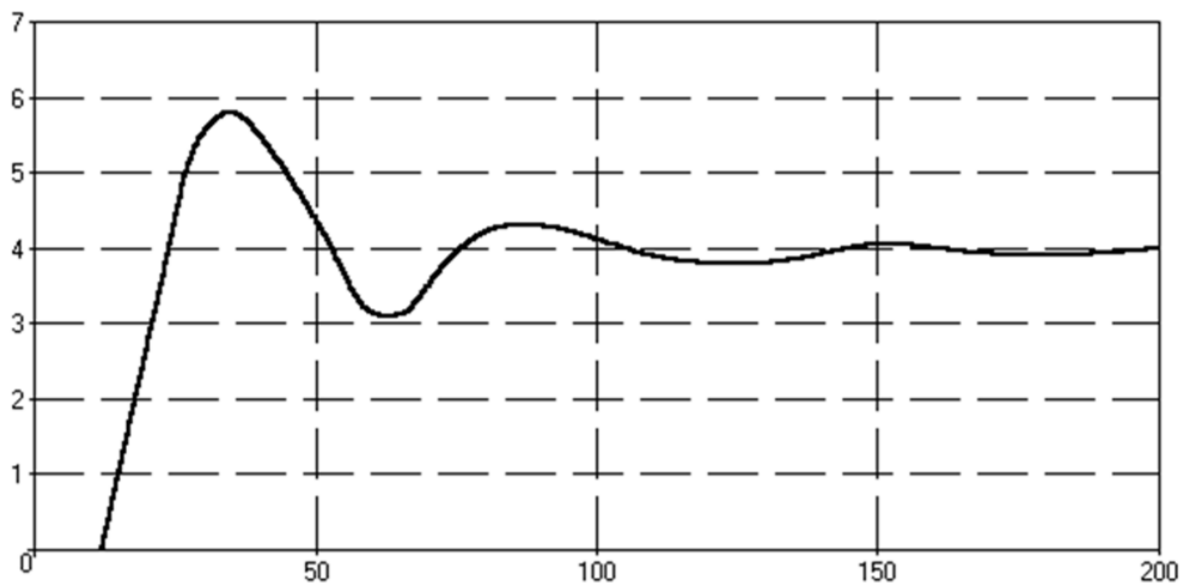


Рис. 2.12. Перехідний процес замкненої системи з П-регулятором при 20% збуренні каналом регулюючої дії при розрахованих параметрах регулятора

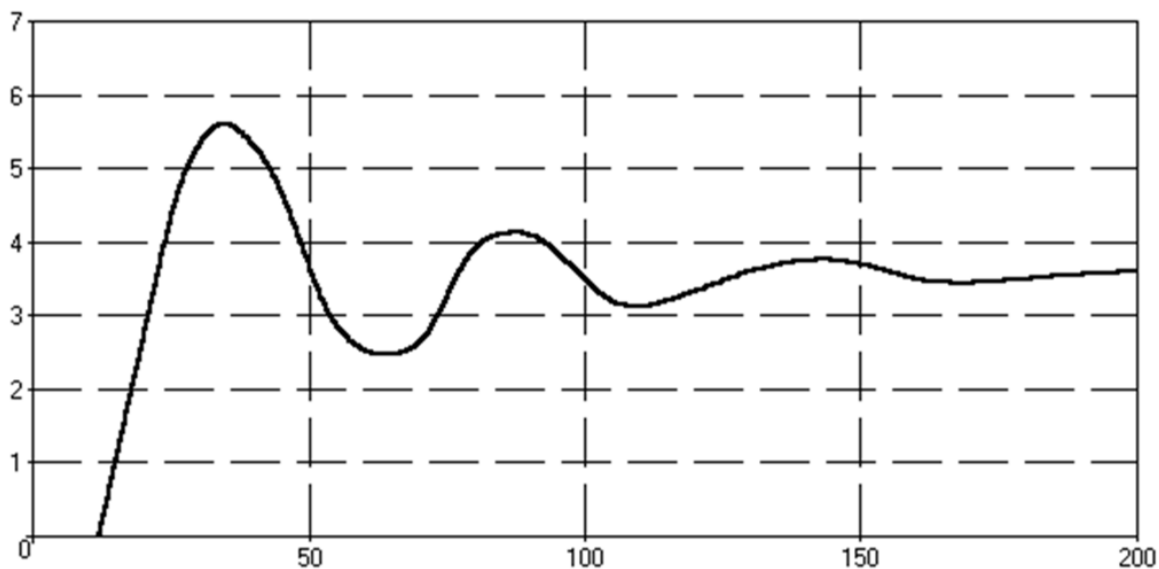


Рис. 2.13. Перехідний процес замкненої системи з П-регулятором при 20% збуренні каналом регулюючої дії при оптимізованих параметрах регулятора

На рисунку 2.14 показано перехідний процес замкненої системи з П-регулятором при 20% збуренні завданням регулятора.

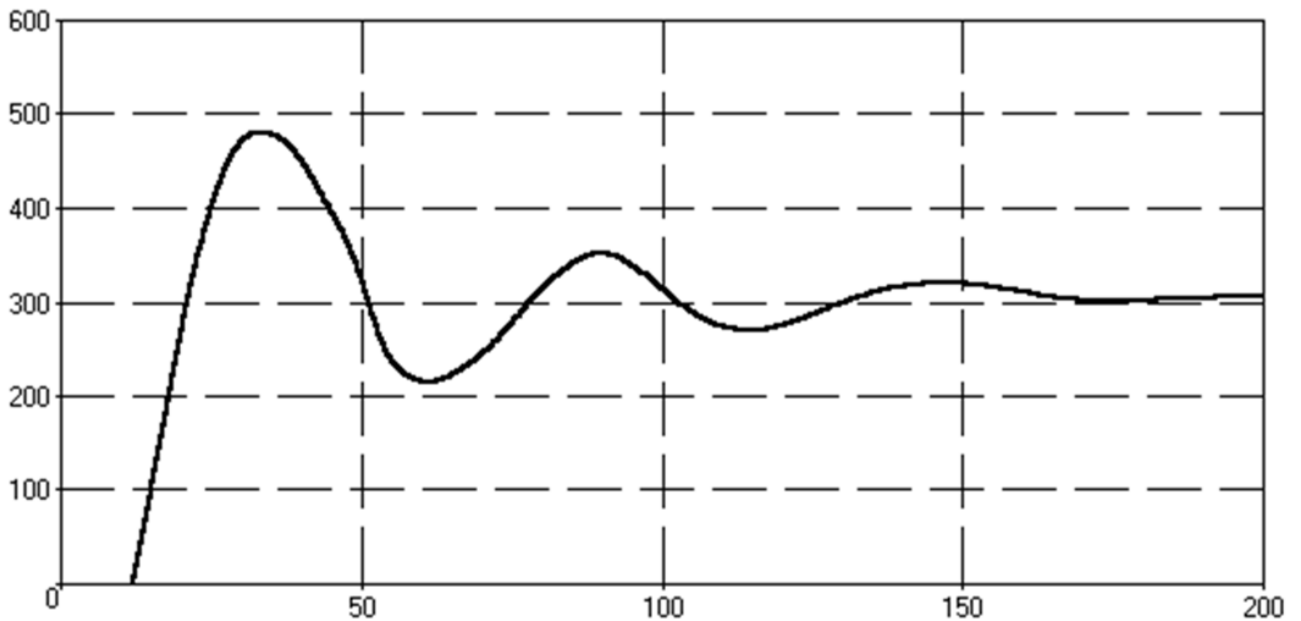


Рис. 2.14. Перехідний процес замкненої системи з П-регулятором при 20% збуренні завданням регулятора

2.6 Розрахунок оптимальних параметрів налаштування регулятора методом розширених частотних характеристик

Розрахунок параметрів налаштування одноконтурних систем автоматичного регулювання методом розширеної амплітудно-фазової характеристики ґрунтується на використанні терміну міри затухання ψ . Міра затухання ψ визначається наступним співвідношенням:

$$\psi = 1 - e^{-2\pi m}$$

При встановленні параметрів налаштування регулятора визначаються мірою затухання $\psi = 0,75 - 0,9$, що відповідає коефіцієнту затухання $m = 0,221 - 0,366$; вибираємо $m = 0,273$.

Вихідне рівняння для розрахунку параметрів налаштування:

$$W_{zc} = \frac{W_0}{1 + W_0 W_p}$$

Розширена частотна характеристика визначається за формулою

$$P = m \times \omega + i \times \omega$$

де m - степінь коливання.

$$W_0(m, \omega) \times W_p(m, \omega) = 1$$

$$W_0(m, \omega) = U + iV$$

$$W_p(m, \omega) = K_p$$

Звідси визначаємо:

$$(U + iV) \times K_p = 1$$

$$K_p = \frac{1}{U + iV}$$

Оскільки

$$U = A_0(m, \omega) \times \cos F(m, \omega)$$

$$V = -A_0(m, \omega) \times \sin F(m, \omega)$$

Так як

$$F_0(m, \omega) = -\pi, \quad \text{то } \sin F(m, \omega) = 0$$

Звідси знаходимо:

$$K_p = \frac{1}{A_0(m, \omega)}$$

Для розрахунку амплітудно-частотної характеристики $A_0(m, \omega)$ потрібно із формули фазо-частотної характеристики $\varphi_0(m, \omega)$ визначити робочу частоту ω .

Оскільки

$$\varphi_0(m, \omega) = -\pi$$

то

$$\varphi_0(m, \omega) = -\frac{\pi}{2} - \arctg m + \omega r_\zeta$$

де r_3 - час запізнення.

Тоді

$$-\pi = -\frac{\pi}{2} - \arctg 0.273 + \omega \cdot 12$$

Звідси $\omega = 0,798$.

Величину амплітуди визначаємо за формулою:

$$A_0(m) = \frac{K}{T\omega\sqrt{1+m^2}} \times l^{m\omega r_3}$$

$$A_0 = \frac{16}{1000 \times 0,798 \sqrt{1+0,273^2}} l^{0,273 \times 0,798 \times 12} = 0,1982$$

Визначивши значення амплітуди можна обчислити

$$K_P = \frac{1}{0,1982} = 5,0454$$

Здійснимо перевірку того, чи розрахований коефіцієнт налаштування регулятора забезпечує відповідну якість регулювання системи. Для пропорційного регулятора статична похибка замкнутої автоматизованої системи регулювання не повинна перевищувати допустиму статичну похибку, тобто

$$\Delta \sigma = K_{зс} \times \Delta X_{\max}$$

де $K_{зс}$ - коефіцієнт передачі замкнутої системи;

ΔX_{\max} - максимальне збурення по рівню.

$$K_{зс} = \frac{K}{1 + K_p \times K}$$

де K - коефіцієнт передачі об'єкту регулювання

K_p - коефіцієнт передачі автоматичного регулятора

Тоді

$$K_{зс} = \frac{16}{1 + 5 \times 16} = 0,19$$

Отже, статична похибка становить

$$\Delta_{ст} = 0,19 \times 20 = 3,8$$

$$\Delta_{ст} < \Delta_{доп}$$

$$3,8 < 10$$

Таким чином зрозуміло, що П-регулятор забезпечує відповідну якість регулювання системи.

2.7. Розробка функціональної схеми автоматизації

Функціональна схема автоматизації водозабірною вузла приведена на рисунку 2.15.

Павільйони свердловин містять давачі збору даних і засоби керування, що розміщені в електротехнічних шафах.

Вимірювання рівня води в свердловині здійснюється занурюваними рівнемірами LMP-308. Дані давачі застосовують принцип вимірювання тиску стовпа рідини і формують уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА.

Вимірювання тиску в трубопроводі, що йде від свердловини, здійснюється давачем DMP-331. Вихідний сигнал давача — сила струму 4-20 мА.

Струм насосу вимірюється давачем NNC-300GA, принцип роботи якого ґрунтується на ефекті Хола. Вихідним сигналом давача є змінна напруга частотою 50 Гц, амплітуда якого пропорційна вимірюваному струму. Використовуючи модуль уніфікації GLT-02 цей сигнал конвертується в уніфікований із струмом 4-20 мА.

Сигнали з давачів струму, рівня води, тиску, а також температури повітря в павільйоні свердловини надходять на модуль аналогового вводу ADAM-4017.

Витрата води з свердловини визначаються індукційним витратоміром SIMA-FC-2. Витратомір здійснює вимірювання миттєвої і сумарної витрат води. Вторинний блок витратоміра під'єднаний до решти обладнання через інтерфейс RS-485. Вторинний блок витратоміра забезпечує збір даних для ADAM-4017, в якого перший канал видає значення миттєвої витрати, а другий — кумулятивної.

Управління глибинним насосом, а охоронною сигналізацією відбувається через модуль дискретного вводу-виводу ADAM-4050. Керування силовим контактором насоса здійснюється проміжним реле.

Модулі ADAM-4017, ADAM-4050, а також блок витратоміра SIMA-FC-2 встановлені в монтажну шафу фірми. В шафах віддалених свердловин також встановлений радіомодем НЕВОД-1. Контролери з'єднані з радіомодем за допомогою інтерфейсу RS-485.

2.8 Розробка принципової електричної схеми під'єднання модулів ADAM-4017 і ADAM-4050

Принципова електрична схема під'єднання модулів ADAM-4017 і ADAM-4050 показана на рисунку 2.16.

Блок живлення (БЖ), що працює в мережі 220 В і генерує два вихідних канали по 24В використовується для живлення контролера, кіл дискретного вводу/виводу, аналогового виводу.

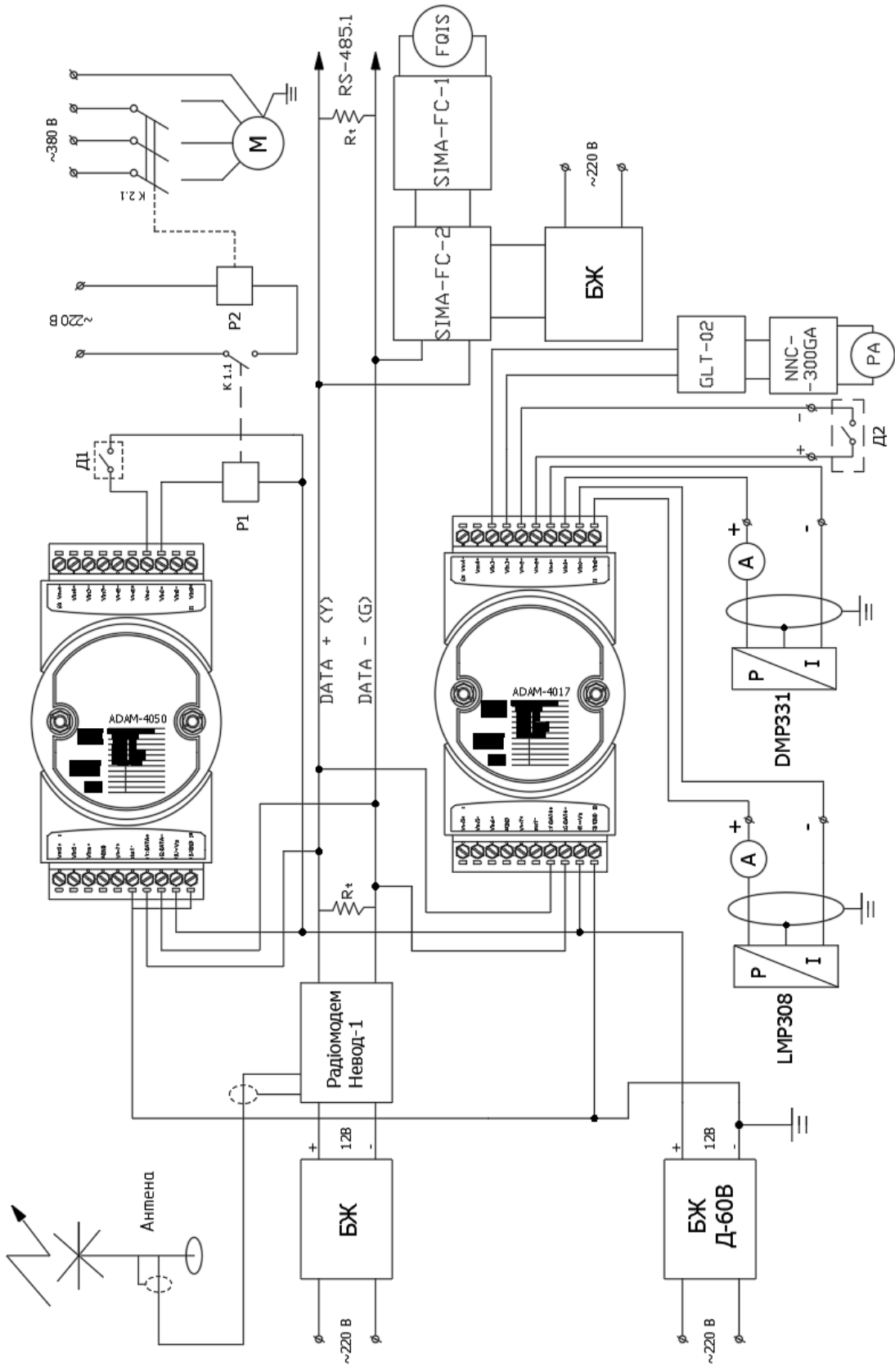


Рис. 2.16. Принципова електрична схема під'єднання модулів ADAM-4017 і ADAM-4050

На рисунку 2.17 показана принципова електрична схема під'єднання модулів насосної станції другого підйому.

В щитовому залі насосної станції другого підйому розміщена шафа з обладнання, що призначене за керування частотними регуляторами, визначенням витрати води і тиску на виході насосної станції, вимірюванням рівня води в резервуарі, а також за вмиканням/вимиканням і визначенням струмів пожежних насосів.

Для частотного керування двигунами господарсько-питних насосів застосовано три регулятори ER-55 потужністю 55 кВт кожний. Регулятори використовують інтерфейс RS-232. Керування регуляторами виконується по інтерфейсу RS-485.1. Для узгодження інтерфейсів RS-485/RS-232 використано три конвертори ADAM-4520.

Запуск/зупинка пожежних насосів здійснюється за допомогою модуля ADAM-4050 і реле RM-204. На даний модуль поступають також сигнали охоронної сигналізації водозабірною вузла.

В якості давача рівня води в резервуарі застосовано рівнемір LMP-308 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА.

Тиск на виході насосної станції визначається давачами DMP-331 з вихідним сигналом 4-20 мА.

Розхід води в міську мережу холодного водопостачання визначається витратомірами SIMA-FC-2.

Сила струму пожежних насосів потужністю 130 кВт визначається давачами NNC-300GA з модулями уніфікації GLT-02. Живлення давачів здійснюється модулями живлення GPWR-01.

Вихідні сигнали з давачів рівня, тиску і сили струму надходять на модуль ADAM-4017. Контролери і вторинні блоки витратомірів SIMA-FC-2 з'єднані між собою через інтерфейс RS-485.2.

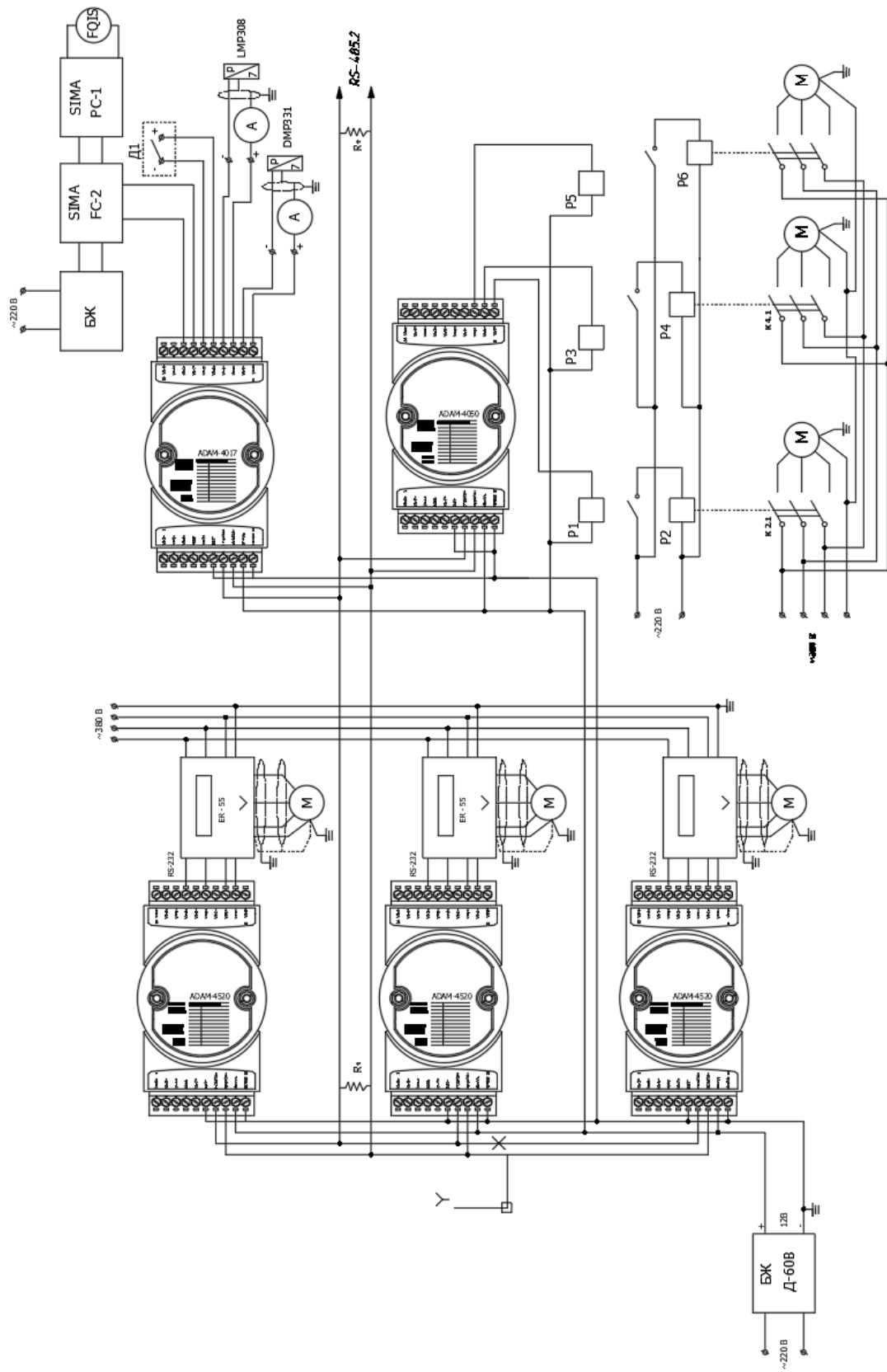


Рис. 2.171. Принципова електрична схема під'єднання модулів насосної станції другого

2.9. Обґрунтування вибору щитів, пультів і монтаж засобів автоматизації

Щити системи автоматизації призначені для розміщення засобів контролю і управління технологічним процесом.

В центральному пункті управління щити і пульти оператора мають бути розділені по блоках та за етапами проходження технологічного процесу.

Місцеві щити побудовані в герметично закритих корпусах, що знижує можливість попадання в них вологи. Щити знаходяться поряд із приладами. Дані щити достатньо освітлені, розміщені в безпечних місцях і мають доступ для обслуговування.

При розташуванні приладів на щиті приймається до уваги конструктивні особливості щита та самих приладів, а також зручність доступу та вимоги техніки безпеки.

Мають строго дотримуватись граничні відстані між корпусами приладів, що дає змогу здійснювати вільне відкриття приладів. При розташуванні в середині щита пристроїв, кабелів, приладів для їх монтування потрібно враховувати габаритні розміри обладнання. На зовнішній панелі щита утворюють отвори, відповідно до призначення приладів.

При розміщенні засобів автоматизації на панелі щита, потрібно враховувати зручність при роботі з ними.

Розташування всіх приладів на щитах і пультах має відповідати умовам ергономіки. Вторинні пристрої візуалізації вимірювань розташовують на висоті 900-1800 мм. Встановлення даних пристроїв вище або нижче даного діапазону висот може призвести до незручності при обслуговуванні. Управляюче обладнання має розміщуватись на відстані, що дозволить оператору використовувати його сидячи.

Встановлення щита виконано з врахуванням мінімізації внутрішніх щитових проводок, потребі швидкого доступу до всіх елементів конструкції: вимикачів, клемників та запобіжників.

Вторинне обладнання, яке відображає та здійснює контроль важливих параметрів монтується на лицевій стороні щита. Його розташовують на рівні очей оператора. Обладнання, яке відображає та здійснює контроль допоміжних параметрів встановлюють вище або нижче рівня очей оператора, в залежності від призначення щита.

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Дослідження втрат води в резервуарі холодної води

На рисунку 3.1 показана технологічна схема водозабірною вузла.

Вода з свердловин, які знаходяться на певній відстані від водозабірною вузла, за допомогою насоса через трубопровід надходить в резервуар холодної води для попереднього очищення від глини, піску та гравію, які потрапляють з свердловин разом з водою, а також з метою обеззалізнення води при взаємодії її з повітрям.

В різних свердловинах вода має різний вміст піску, глини та гравію. В таблиці 3.1 показано вміст різних компонентів у кожній із свердловин.

Таблиця 3.1. Вміст піску, глини та гравію у свердловинах

Номер свердловини	Процентний вміст компонентів у воді		
	піску	глини	гравію
1-а свердловина	7,1%	2,1%	0,7%
2-а свердловина	6,7%	1,9%	0,8%
3-я свердловина	6,9%	2,0%	0,7%
4-а свердловина	7%	2,1%	0,9%
5-а свердловина	7,1%	2,3%	0,6%
6-а свердловина	6,7%	2%	0,9%
7-а свердловина	6,8%	2,2%	0,8%

Отже у воді, що надходить в резервуар холодної води з семи свердловин, середній вміст піску 6,9%, глини – 2,1% та гравію – 0,8%.

Таким чином вода, яка поступає в резервуар холодної води з семи свердловин володіє загальним вмістом компонентів, що випадають в осад на рівні 9,8%.

Також слід зауважити, що в процесі обеззалізнення води при взаємодії її з повітрям протягом 30-40 хв в осад випадає близько 4,7% окису заліза від повного об'єму, що є в резервуарі холодної води.

Таким чином, загальний вміст компонентів, що містять у воді, при відстоюванні її в резервуарі протягом 30-40 хв становить 14,5%. Отже, загальний об'єм води, яка надходить через насосну станцію другого підйому в міську мережу складає 85,5%.

Під час роботи водозабірною вузла здійснюється збільшення осаду в резервуарі холодної води і щоб він не потрапляв в міську мережу, при вмісті його в резервуарі на рівні 15% потрібно спорожнити резервуар на 75%, а після цього злити осад в каналізаційну систему. Таким чином, витрати води в резервуарі дорівнюють 25% від загального об'єму, що надходить з свердловин.

З метою повного видалення осаду з резервуару холодної води потрібно промити резервуар, набравши в нього воду на 5-7%. Таким чином, повні втрати води в резервуарі холодної води складають 30-32%.

Дослідимо технологічний процес з точки зору зміни параметрів продуктивності мережі Q_c . Для цієї мети використаємо відомі Q-N характеристики для насосів та мережі.

На рисунку 3.1 представлено Q-N характеристики для насосів і мережі. Крива 1 відображає витратну характеристику напору насосу, а крива 2 — вказує на гідравлічну характеристику мережі.

H_0 — мінімальний статичний тиск в мережі. Точка перетину цих характеристик ($Q_{ном}$) є обчисленою точкою спільної роботи насосу і мережі.

При зміні напору в мережі змінюється і її гідравлічна характеристика — лінії 3-5. Таким чином відбувається зміщення точки перетину характеристик. Із зменшенням витрати збільшується тиск в мережі.

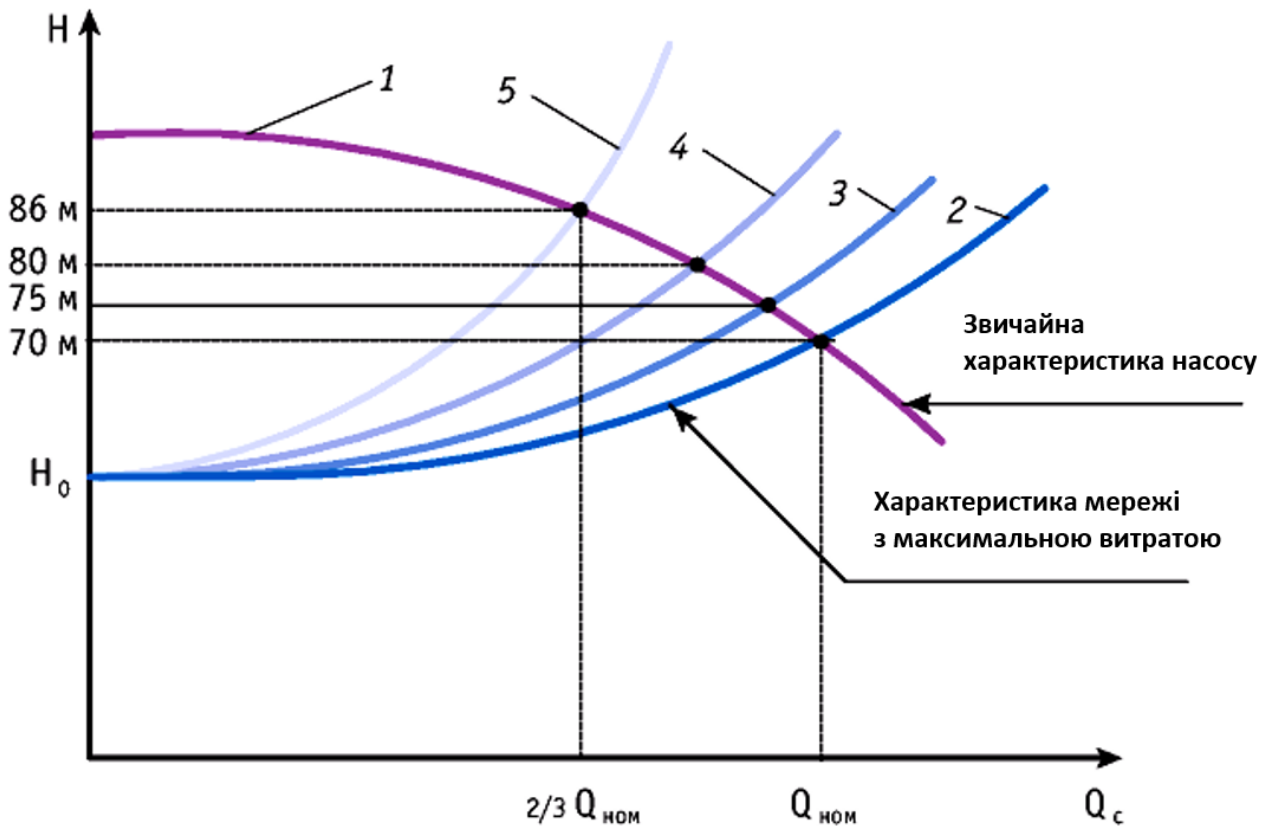


Рис. 3.1 Характеристики насосу і мережі без регулювання тиску

В процесі роботи системи може змінюватися тиск перед насосним агрегатом, що формується джерелом водопостачання. Зміни цього тиску мають вплив на загальний тиск в мережі споживачів.

З метою управління даними процесами необхідно передбачити в системі використання дросельних елементів — регулюючих клапанів (наприклад, напірних засувок агрегатів). Ці елементи формують додатковий гідравлічний опір і забезпечують гарантований тиск в трубопроводі мережі. Дросельні регулюючі елементи забезпечують розподіл тиску на компонентах системи. На рисунку 3.2 показаний цей розподіл тиску.

Для формування необхідного тиску в трубопроводі мережі при зміні напору рідини потрібно змінювати гідравлічний опір дросельного елемента. В даному випадку гідравлічна характеристика буде більш крутішого виду. Падіння тиску на дросельному елементі (ΔH_d) постійно збільшується. Отже, чим далі здійснюється дроселювання регулюючим елементом, тим вищі енергетичні втрати.

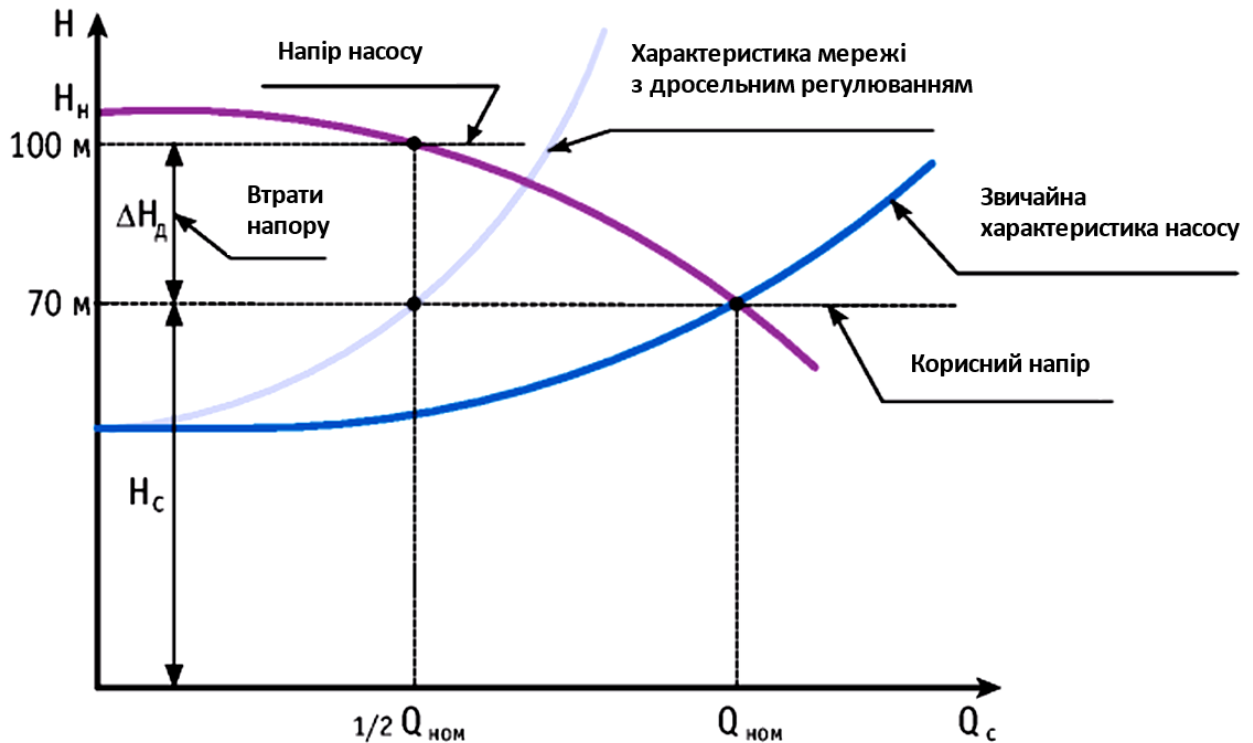


Рис. 3.2. Характеристики насосу і мережі з дросельним регулюванням

На початковому етапі проектування здійснюється вибір насосу з деяким запасом тиску, проте при заміні насосу нове обладнання може мати підвищені витратні характеристики. Також, величина зміни вхідного тиску впливає на значення тиску за насосом. Дані обставини збільшують втрати енергії в ході виконання технологічного процесу, ці втрати можуть досягати близько 50% від номінальної потужності агрегату.

Для зменшення втрат, пов'язаних з регулюванням тиску в мережі, потрібно використовувати додаткові гідравлічні опори на шляху від насосу до трубопроводу мережі. Цього можна досягти, якщо процес регулювання тиску надати насосному обладнанню. Відомо, що зміна частоти обертання приводу нагнітача приводить до зміни його витратної характеристики. На рисунку 3.3 показана зміна витратних характеристик насосу при зміні його частоти обертання.

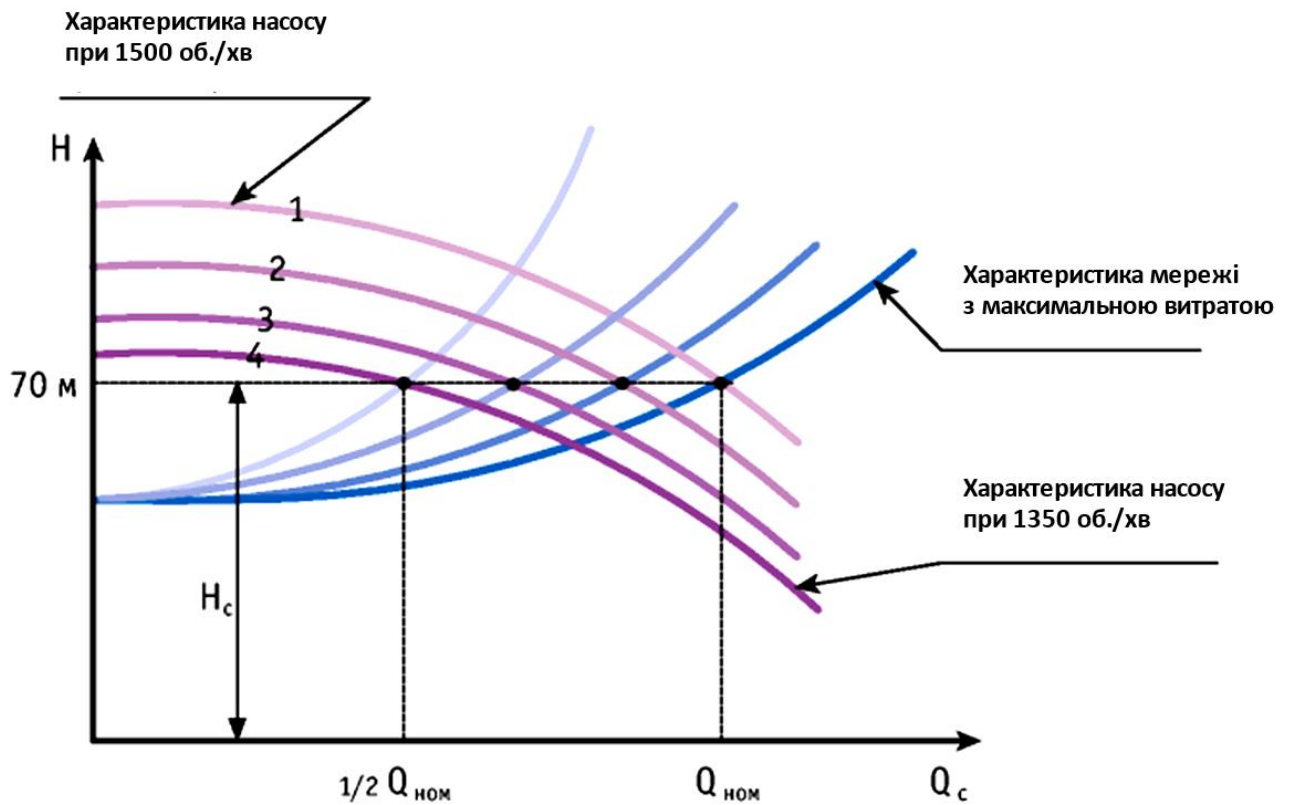


Рис. 3.3. Характеристики насосу і мережі з частотним регулюванням

Забезпечивши роботу приводу насосу таким чином, щоб він при зміні тиску на вході насосу підбирав частоту обертання, то можна без суттєвих втрат енергії сформувати стабільний тиск в мережі споживачів. В даному випадку не використовуються дросельні елементи, тому виключаються втрати тиску, а отже, і втрати гідравлічної енергії.

Насос має певний коефіцієнт корисної дії — відношення механічної енергії, яка приведена до валу, до гідравлічної енергії, що отримується в напірному трубопроводі насосу. На рисунку 3.4 показано характер зміни коефіцієнта корисної дії насоса (ККД) від витрати рідини Q при різних частотах обертання.

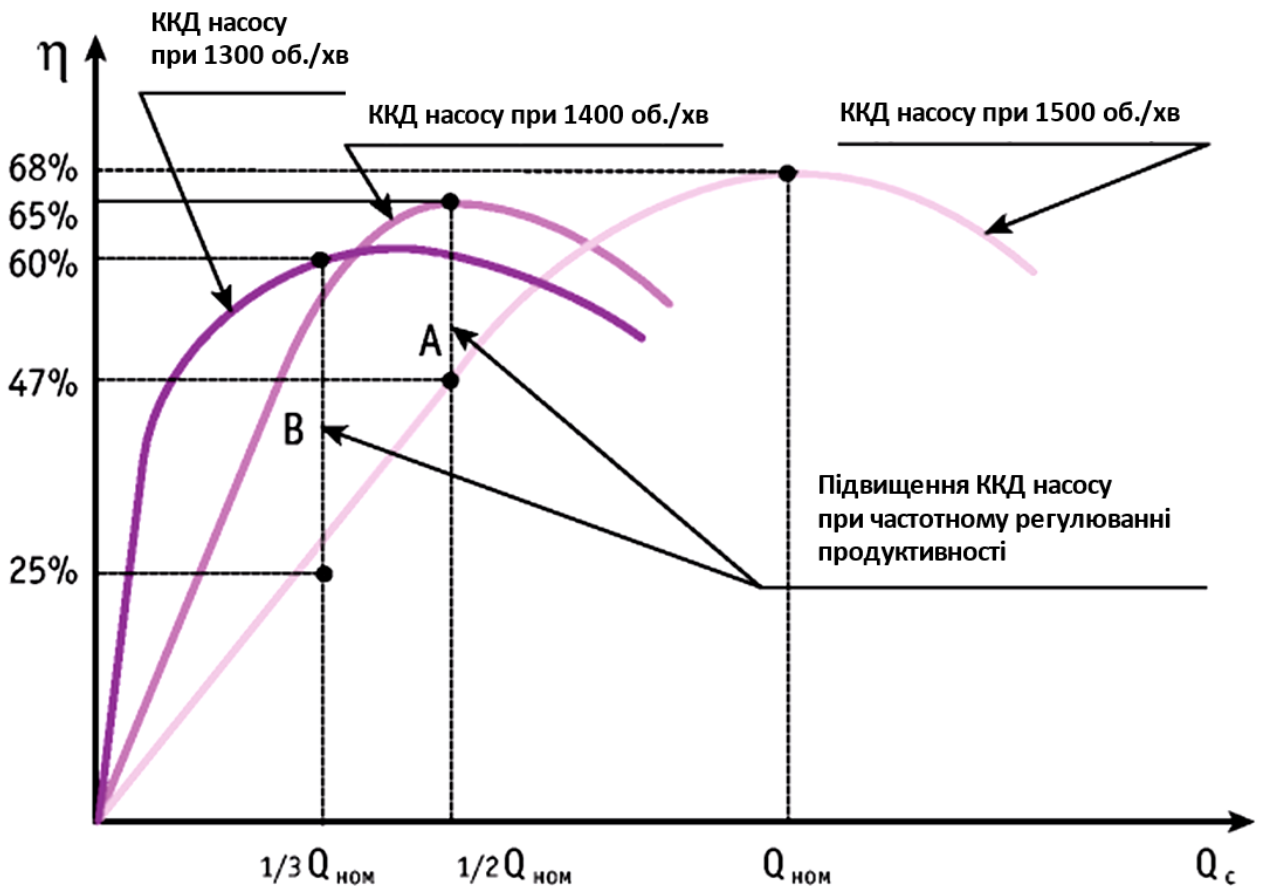


Рис. 3.4. Зміна ККД насосу з частотним регулюванням при зміні продуктивності

Максимум коефіцієнта корисної дії із зниженням частоти обертання трохи зменшується і зсувається вліво. При роботі насосу для витрати менше номінальної (вертикальні лінії А і В), необхідно працювати на меншій частоті обертання.

В даному випадку коефіцієнт корисної дії насоса буде вищим, ніж при роботі на номінальній частоті обертання. Отже, зменшення частоти обертання дає можливість не лише економити спожиту енергію, але і досягнути економічного ефекту за рахунок збільшення коефіцієнта корисної дії самого насоса.

Використання частотного регулювання приводів дає можливість значно зменшити експлуатаційні витрати, що викликані обслуговуванням обладнання і систем. Зокрема, обмеження різниці тисків на всмоктуючому і напірному патрубках насосу підвищує термін служби сальникових ущільнень, практично унеможливує гідроудари і формує стабільний тиск в трубопроводах мереж, а також зменшує витрати на їх обслуговування.

3.2 Програмне забезпечення для візуалізації автоматизованої системи керування водозабірним вузлом вищого рівня

Програмне забезпечення оператора водозабірною побудовано на базі SCADA-системи „Genesis 32” компанії Iconics, яке працює під управлінням ОС реального часу QNX. Для візуалізації технологічного процесу водозабірною вузла було використано додаток GrafWorX 32. На рисунку 3.5 показано загальний вигляд панелі керування оператора в режимі Розробки.

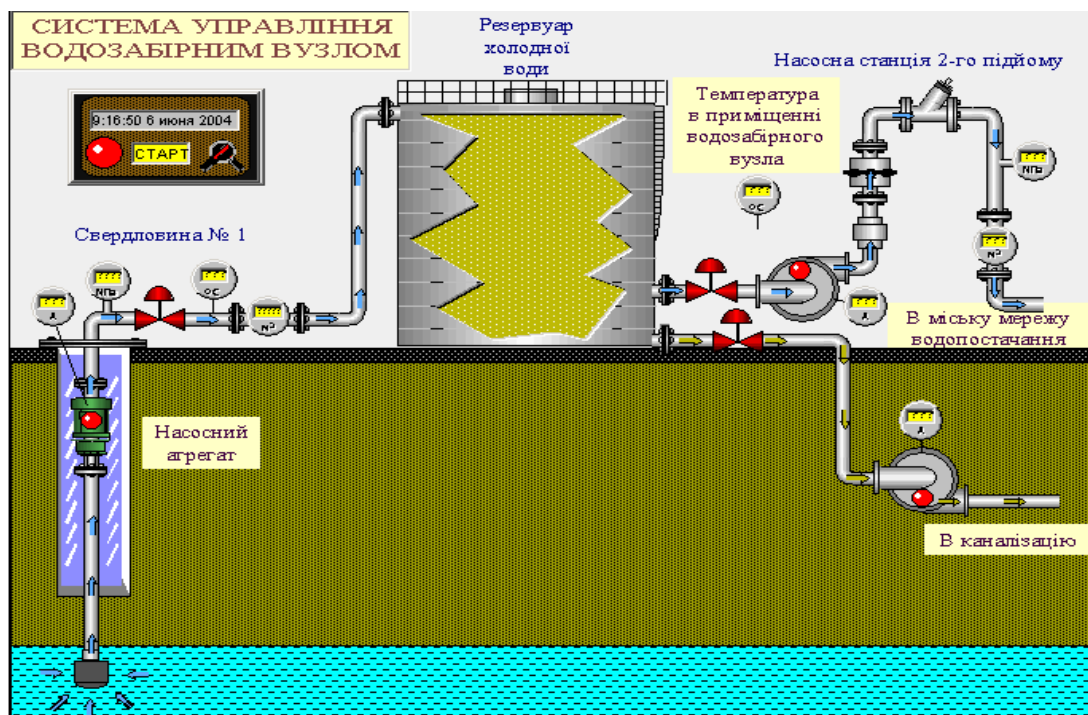


Рис. 3.5. Загальний вигляд проекту водозабірною вузла в SCADA-системі „Genesis 32” в режимі Розробки

Для відображення конструктивних елементів описаного процесу застосовано стандартні символи із бібліотеки елементів, а нестандартні та відсутні створено самостійно. Запуск технологічного процесу водозабірною вузла здійснюється після вмикання відповідного вимикача, який розміщений на панелі керування технологічним процесом.

В створеному проєкті застосовується одна локальна змінна `start`. Вона визначається формулою $x = \text{if}(\{\{start\}\} > 4000, 0, \{\{start\}\} + 10$ і є динамічним сигналом, який може бути використаний для читання зі сторони всіх ОРС клієнтів проєкту. При вимкненому перемикачі управління технологічним процесом її початкове значення рівне нулю.

Частота оновлення сигналів керування технологічним процесом становить 50 і 100 мс.

Використовуючи інструмент Приховати/Блокувати можна встановити динамічне з'єднання об'єкта з дискретним значенням джерела даних, при якому графічний об'єкт в режимі Виконання буде зникати з екрану, коли зв'язане дискретне значення рівне True або False.

Цифрові індикатори для візуалізації на екрані оператора показників температури води і повітря в приміщенні водозабірною вузла, сили струму насосів, подачі води створено за допомогою динамічного об'єкта Значення параметра (Параметр). Даний об'єкт дозволяє будувати на екранних формах алфавітно-цифрові індикатори, на яких в режимі Виконання показують значення пов'язаних джерел даних.

Технологічний процес роботи водозабірною вузла містить наступні етапи:

- вмикання насосу певної свердловини для заповнення резервуару холодної води;
- відстоювання води в резервуарі для виконання процесів обеззалізнення (рис. 3.6);
- надсилання води насосною станцією 2-го підйому в міську та пожежну мережі (рис. 3.7)

- перекачування осаду з резервуара холодної води в каналізацію (рис. 3.8). Далі технологічний процес знову повторюється.

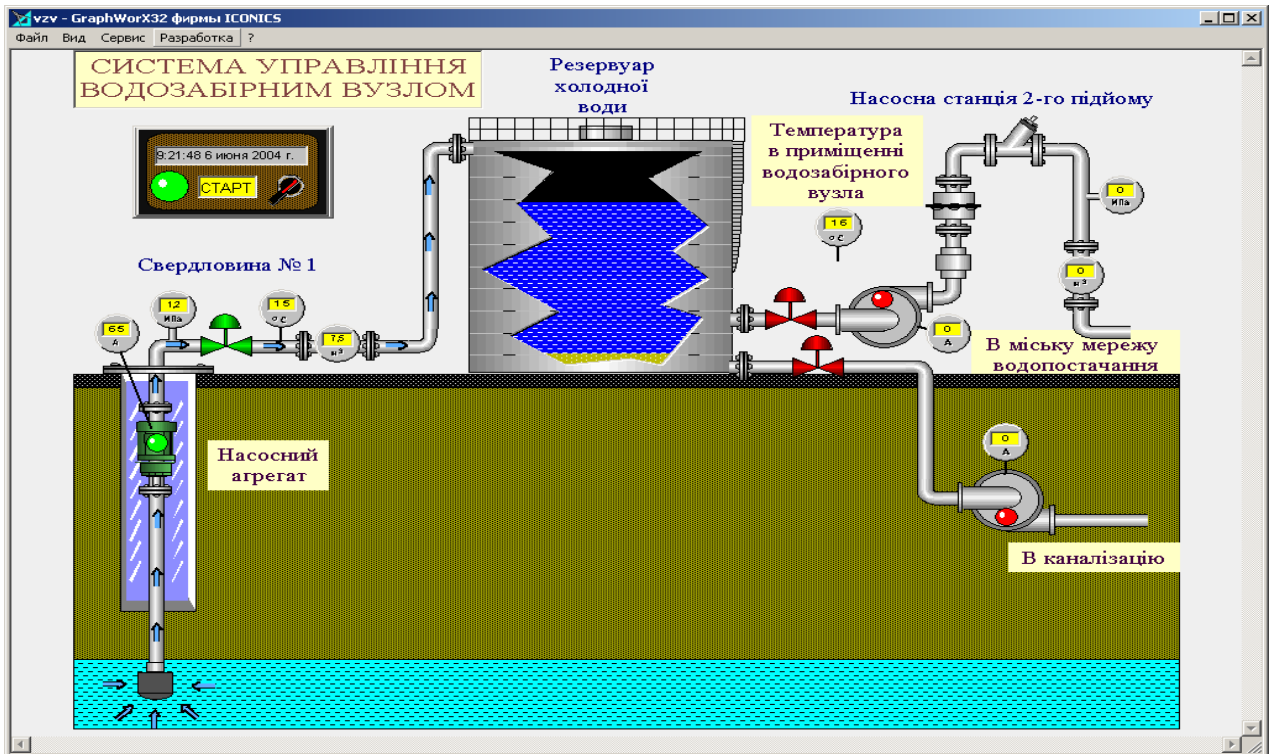


Рис. 3.6. Процеси відстоювання і обеззалізнення води

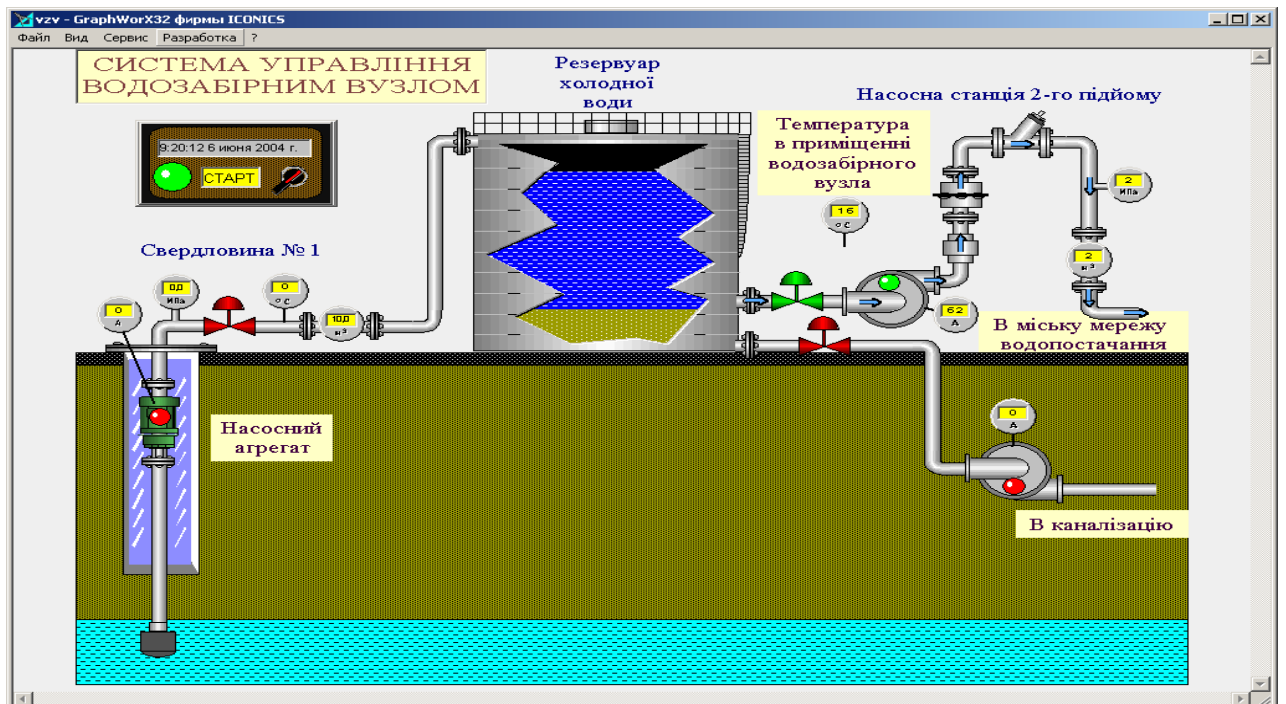


Рис. 3.7. Подача води в міську мережу водопостачання

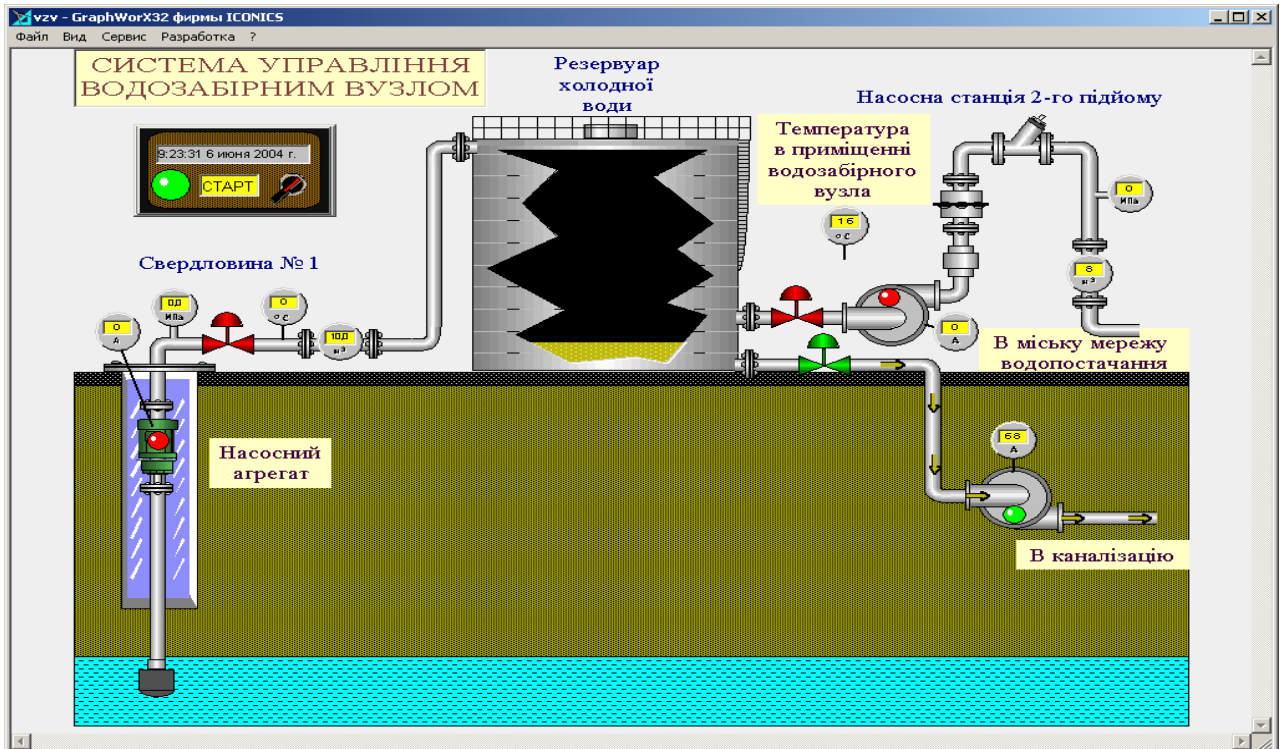


Рис. 3.8. Відкачування осаду в каналізацію

Візуалізація процесу роботи водозабірної вузла в SCADA-системі „Genesis 32” дає можливість наочно спостерігати за проходженням технологічного процесу, контролювати його параметри і уникати виникненню аварійних ситуацій. Збір даних від технологічного обладнання здійснюється в реальному часі з частотою 50 або 100 мс, що дозволя візуалізувати відображення поточних значень параметрів.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Виявлення та аналіз потенційних небезпек і шкідливих дій на працівників в водозабірному вузлі

Прийняті в роботі рішення з автоматизації водозабірною вузла вимагають таких видів робіт:

- 1) монтаж первинних вимірювальних перетворювачів на обладнанні;
- 2) встановлення пультів та щитів в операторських приміщеннях та приміщенні водозабірною вузла;
- 3) прокладання трубних та кабельних проводок.

З огляду на необхідність виконання перелічених вище робіт можна виділити наступні потенційні небезпеки, що можуть загрожувати робітникам та службовцям, що працюють на об'єкті:

- 1) захворювання, викликані вібрацією та шумом, що виникають внаслідок роботи насосних установок;
- 2) падіння людини з висоти (у випадку пошкодження огорожі, драбин чи перекриття);
- 3) захворювання зорових органів і погіршення зору внаслідок постійної роботи операторів біля пультів;
- 4) небезпека враження електричним струмом при монтажі електрообладнання та при обслуговуванні робітниками електродвигунів та електрообладнання;
- 5) небезпека враження слизової оболонки та дихальних шляхів під час роботи працівників в зонах з підвищеною вологістю.

4.2. Розробка заходів по запобіганню небезпек при монтажі обладнання

Згідно правил будови і безпечної експлуатації технологічного обладнання всі конструкції мають забезпечувати надійність і безпеку експлуатації. З метою запобігання опіків персоналу, що обслуговує обладнання, ділянки елементів обладнання з підвищеною температурою, поверхні, які доступні для обслуговуючого персоналу, повинні бути покриті тепловою ізоляцією, яка забезпечує температуру зовнішньої поверхні не більше 55°C при температурі зовнішнього середовища не більше 25°C.

В приміщення, де розташовується електронасосні агрегати, не допускається розміщення побутових та службових приміщень, які не призначені для обслуговуючого персоналу.

Віброізоляція являє собою пружні елементи, розміщені між віброуючою машиною та її основою. Для захисту від шуму слід використовувати спеціальні звукоізолюючі кожухи, які встановлюються на агрегат.

4.3. Освітлення виробничих та операторських приміщень

Приміщення, де розташовані електронасосні агрегати, повинно бути забезпечено достатнім природним освітленням, а в нічний та вечірній час – електричним освітленням. Місця, які за технічними причинами неможливо забезпечити природним освітленням, повинні мати електричне освітлення. Для освітлення операторського приміщення передбачено бокове вікно.

Роботи, які виконують оператори, відносять до IV розряду роботи середньої точності, оскільки найменший розмір об'єкту не буває менше ніж 0,5-1 мм. При таких умовах коефіцієнт природної освітленості повинен становити 1,3 %. При недостатньому освітленні операторського приміщення необхідно використовувати люмінесцентні лампи, які створюють у приміщенні штучне світло, що наближається до природного. Штучне освітлення вибирається

загальне (освітлюється світильниками, рівномірно розміщеними над освітлюваною поверхнею, і мають лампи однакової потужності). Штучне освітлення рівне 150/100 лк. Крім робочого освітлення в приміщенні водозабірною вузла має бути аварійне електричне освітлення. Найменша освітленість робочих місць при аварійному режимі має становити не менше 1,2 лк в середині будівлі. Обов'язковому аварійному освітленню підлягають щити та пульти управління, майданчики і сходи, верх сушарки.

Світильники аварійного освітлення підключені до мережі, яка не залежить від робочого освітлення.

В даній кваліфікаційній роботі розроблена система автоматичного керування водозабірним вузлом, яка знижує втручання обслуговуючого персоналу до мінімуму.

Даною технологічною схемою передбачається сигналізація основних регульованих параметрів (температура, тиск, вологість) технологічного обладнання водозабірною вузла, якщо значення цих величин виходить за межі, що передбачені технологічною схемою.

Приміщення водозабірною вузла відноситься до класу невибухо- та пожежонебезпечних приміщень. Підвищена вологість здатна проникати в шляхи дихальної системи та викликати захворювання бронхо-легеневого апарату.

Захистом від даної небезпеки має бути проточно-витяжна вентиляція, та наявність аналізаторів повітря у приміщенні.

В ході монтажних робіт та під час експлуатації водозабірною вузла можливі ушкодження трубопроводу. Для того, щоб виключити випадки переохолодження працівників, всі трубопроводи повинні бути огорожені так, щоб знизити можливість попадання струменів води під високим тиском на обслуговуючий персонал. При встановленні автоматичних засобів контролю за процесом на верхніх рівнях, необхідно застосовувати спеціальні драбини з майданчиками, які облаштовані поручнями.

Всі роботи, що пов'язані з ремонтом, внутрішнім оглядом, очищенням ємностей, мають підвищені вимоги по техніці безпеки і проводяться у присутності відповідального керівника з техніки безпеки.

Робоча вентиляція повинна створювати на постійних робочих місцях, в робочій зоні і в зоні, що обслуговується, нормальні метеорологічні умови і чистоту повітряного середовища, що відповідає діючим умовам. В цехових приміщеннях в холодний і перехідний період року на робочих місцях підтримується температура $+14...+21^{\circ}\text{C}$; відносна вологість 40-60 %, швидкість руху повітря 0,2-0,3 м/с. В теплий період року температура повітря $+17...+23^{\circ}\text{C}$, вологість 60-40 %, швидкість руху повітря 0,3 м/с.

Передбачається загальнообмінна вентиляція, при якій заміна повітря відбувається у всьому об'єкті приміщення. Згідно з санітарними умовами, робота операторів відноситься до першої категорії. Це роботи, які виконуються сидячи і стоячи, але не вимагаючи систематичного фізичного напруження або підняття чи перенесення вантажів.

Згідно вимог ергономіки, прилади в пункті управління встановлені на висоті від 50 см до 170 см від рівня підлоги. Тоді операторам набагато зручніше здійснювати контроль і протікання технологічного процесу, а також обслуговування приладів.

Всі перемикачі та кнопки розміщені в межах досягнення рукою оператора без здійснення додаткових зусиль. Крім того, крісло оператора - маневрене для забезпечення контролю оператором кількох приладів одночасно, розміщених на деяких відстанях один від одного. Крісло, на якому сидить оператор, обов'язково має спину з регульованим нахилом і пересувається на коліщатах, щоб гарантувати зручні і швидкі рухи оператора.

4.4 Методи і засоби боротьби з шумом

При проектуванні, реконструкції та капітальному ремонті водозабірною вузла необхідно передбачати комплекс заходів по боротьбі з шумом. Рішення

цих питань на стадії проектування найбільш раціональне та економне, так як монтаж захисних пристроїв на діючих підприємствах пов'язаний із зупинками виробництва і втратами коштів.

Для послаблення шуму в джерелах необхідно:

встановлювати звукоізолюючий кожух на привідне обладнання водозабірною вузла;

застосовувати для підшипників густе машинне масло - в цьому випадку звуковий тиск нижче на 5 дБ, ніж при змазці рідинним маслом, та на 13 дБ в порівнянні з підшипниками, що працюють без змазки.

Для послаблення структурного та ударного шуму, який розповсюджується по конструкціях будинків, необхідно послабити жорсткий зв'язок з будівельними конструкціями. При цьому необхідно враховувати акустичні властивості матеріалів, наприклад бетон та цегла ізолюють звук, який розповсюджується по повітрю, але добре проводять звук, який розповсюджується по цих самих матеріалах.

Звукоізоляцію здійснюють наступним чином:

- обладнання подвійної огорожі з повітряною прослойкою, простінками різної товщини з різних матеріалів;

- огорожею операторського пункту від джерела шуму (електронасосні агрегати) з допомогою акустичних кабін та екранів разом з акустичною обробкою огорожуючих конструкцій приміщення;

- встановлення звукоізолюючих кожухів на шумові вузли машини (електричні насоси) або на весь агрегат в цілому з метою усунення передачі структурного звуку по конструкціях;

- обгортання трубопроводів подачі води азбестом, мінеральною ватою чи іншими пружними матеріалами в місцях проходження через стіни;

Для зменшення шуму використовують спеціальні звукопоглинаючі матеріали та конструкції. Об'ємні пористі волокна, що зараз випускаються в широкому асортименті, вату та плити можна застосовувати на водозабірному

вузлі тільки для повітропровідних та компресорних відділень та механічних майстерень.

Для зниження шуму, який випромінюється джерелами вібрації, машини встановлюють на амортизуючі прилади. Тонкі листові поверхні, які спричиняють шум, покривають вібродемпфуючими мастилами.

Основними документами при монтажі та експлуатації електроустановок є: правила встановлення електрообладнання, правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, правила техніки безпеки та захисту від статичної електрики і вторинного прояву блискавок.

У всьому приміщенні водозабірною вузла присутня електрична мережа (освітлення, робота електродвигунів, насосів). Тому персонал користується основними і додатковими захисними ізолюючими засобами.

Для уникнення травм та нещасних випадків, пов'язаних з враженням електричним струмом, операторський щит заземлюється чотирма вертикальними заземлювачами. Заземлення – електричне з'єднання із землею або металічною струмоведучою частиною електроустановки, які можуть опинитись під напругою при замиканні на корпус.

Для забезпечення електробезпеки в операторському приміщенні при роботі з діючим електрообладнанням необхідно виконувати такий комплекс організаційних заходів:

- 1) проводити інструктаж і навчання безпечним методам праці;
- 2) не допускати до роботи в операторському приміщенні персонал, який не пройшов перевірку знань і правил технічної безпеки;
- 3) допуск до проведення робіт повинен оформлюватись відповідним нарядом.

Пожежний нагляд здійснюється за допомогою управління пожежної охорони та їх місцевих органів. Відповідальність за протипожежні заходи несе керівник підприємства. Проведення заходів протипожежної профілактики покладається наказом директора на одну посадову особу, одночасно

призначаються особи, що несуть відповідальність за пожежну профілактику в приміщенні водозабірною вузла.

Ступінь вогнестійкості будівель приймається в залежності від категорії будівель за пожежо- та вибухонебезпечністю і допустимою кількістю поверхів. Категорія будівель Д, кількість поверхів – 1. Площа поверху в межах пожежного відсіку обмежується. Ступінь вогнестійкості III-а. Його конструктивні характеристики: будівля з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу зі сталевих конструкцій. Огородження конструкцій зі сталевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з важкогорючим утеплювачем.

Для обмеження розповсюдження пожежі передбачено встановлення протипожежних перешкод, до яких відносяться протипожежні стіни, перегородки, перекриття, зони, вікна.

Кількість працюючих у зміну перевищує 5 чоловік, а площа поверху більша, ніж 100 м², тому передбачається два евакуаційних виходи.

Виробничі приміщення та склади забезпечуються первинними засобами пожежогасіння:

- 1) внутрішній протипожежний водопровід;
- 2) вогнегасники вуглекислотні або порошкові.

Також існує система пожежного зв'язку та оповіщення при виниканні пожежі, вмикання систем пожежогасіння, виклик пожежних команд.

Пожежонебезпечні приміщення поділяються на 5 категорій: А, Б, В, Г, Д.

Категорія А – виробництва, у технологічних процесах яких використовують горючі гази і пари, які мають нижню межу вибуховості до 10% об'єму повітря; рідини, що мають температуру спалаху парів до 28°C.

Категорія Б – використання горючих газів, нижня межа вибухобезпеки яких перевищує 10% об'єму повітря; рідини мають температуру спалаху 28...61°C.

Категорія В – використання рідин з температурою спалаху парів вище 61°C; горючі пил чи волокна, нижня межа вибуховості яких понад 65 г/м³ до об'єму повітря речовини.

Категорія Г – виробництва, на яких обробляються матеріали, які не горять, у гарячому, розпеченому чи розплавленому стані з виділенням тепла.

Таблиця 4.1.

Класифікація приміщень водозабірною вузла

Цех або відділення	Клас приміщення за ПУЄ	Категорія виробництва за ОНТП 24-86
Вибухо- і пожежонебезпечні		
Приміщення водозабірною вузла	В-І-б	А

Категорія Д – виробництва, де виробляють та зберігають речовини чи матеріали, що не згорають, у холодному стані.

По трубопроводах водозабірною вузла транспортується агресивне середовище – вода. Кольорове розпізнавальне фарбування встановлено у ГОСТ 14202-69.

Пожежні трубопроводи, скріплені на ділянках запірно-регулюючою арматурою в місцях під'єднання шлангів та іншого обладнання для гасіння пожежі мають бути пофарбовані в червоний колір.

Таблиця 4.2.

Розпізнавальне фарбування трубопроводів

Транспортована рідина	Колір трубопроводу
Холодна вода	Зелений
Стічні води	Чорний

4.5. Розрахунок штучного освітлення водозабірною вузла

Розрахунок виконується методом світлового потоку. Нормальна освітленість Е приймається відповідно до СНіП II-4-79 та на основі галузевих норм.

$E=100$ лк. Розряд зорової роботи V б.

З гігієнічної точки зору використовуються люмінесцентні лампи при одному загальному освітленні.

Визначається індекс приміщення:

$$i = \frac{a \cdot b}{h_c(a + b)},$$

h_c – висота світильника над робочою поверхнею; $h_c = 5,2$ м

a – довжина цеху; $a = 36$ м

b – ширина цеху; $b = 24$ м

Тоді,

$$i = \frac{36 \cdot 24}{5,2 \cdot (36 + 24)} = 2,76$$

Знаходиться коефіцієнт використання $\eta=62,54$ для світильника ПВЛМ-Р при $i=2,8$, $\rho_{\text{стел}}=70\%$, $\rho_{\text{стін}}=50\%$.

Розраховується сумарний світловий потік освітлювальної установки [24]:

$$\Phi_e = \frac{E \cdot S \cdot K \cdot z}{\eta} \cdot 100,$$

S – площа цеху, м²; $S = 864$ м²

K – коефіцієнт запасу, за СНіП II-4-79; $K=1,5$ люмінесцентних ламп при кількості пилу в цеху менше 1 мг/м³.

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення; $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп.

$$\Phi_e = \frac{100 \cdot 864 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{62,5} \cdot 100 = 228096 \text{ лм}$$

Визначається світловий потік лампи Φ_l

За таблицею: $\Phi_l = 5400$ лм ($\text{ЛБ} = 80$)

Визначається кількість ламп:

$$n_l = \frac{\Phi_e}{\Phi_l} = \frac{228096}{5400} = 42,24$$

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було спроектовано автоматизовану систему управління водозабірним вузлом.

Впровадження проекрованої системи автоматизації на водозабірному вузлі дозволить підвищити ефективності візуалізації проходження процесу та керування режимами роботи водозабірною вузла. За рахунок побудови сучасної системи візуалізації на моніторі у диспетчера, збільшиться швидкість управління параметрами при подачі води в міську мережу. Застосування частотного регулювання електродвигунами насосів дозволить знизити витрати електроенергії і підвищити термін служби обладнання. Також забезпечуватиметься облік поданої користувачу води та відображення рівня підземних вод у водозабірних свердловинах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Полоцкий Л.М., Лапшенков Г.И. Автоматизация химических производств. – М.: Высшая школа, 1982.
2. Шарков А.А., Притыко Г.М., Палюх Б.В. Автоматическое регулирование и регуляторы в химической промышленности. – М.: Химия, 1990. – 288 с.
3. Промышленные проборы и средства автоматизации. Справочник. Под ред. В.В. Черенкова. – М.: Машиностроение, 1987. – 847 с.
4. Чистяков В.С. Краткий справочник по техническим измерениям. – М.: Энергоиздат, 1990. – 320 с.
5. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля. /А.С. Клюев, Б.В. Глазунов и др. / Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоиздат, 1991. – 432 с.
6. Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие. /А.С. Клюев, А.Г. Лебедев, С.А. Клюев, А.Г. Товарнов. / Под ред. А.С. Клюева. – М.: Энергоиздат, 1989. – 368 с.
7. Чистяков С.Ф. Проектирование, монтаж и эксплуатация систем управления технологическими объектами. – М.: Энергия, 1980. – 280 с.
8. Автоматическое управление в химической промышленности. Под ред. Е.Г. Дудникова. – М.: Химия, 1987. – 368 с.
9. Балакирев В.С. и др. Оптимальное управление процессами химической технологии. – М.: Химия, 1978. - 284 с.
10. Баумштейн И.П. и др. Автоматизированные системы управления тепловыми процессами в керамической и стекольной промышленности. – Л.: Стройиздат, 1979. - 88 с.
11. Дудников Е.Г. и др. Построение математических моделей химоко-технологических объектов. – Л.: Химия, 1970. - 312 с.
12. Иухович Е.Л. Контроль производства с помощью вычислительных машин. – М.: Энергия, 1979. - 416 с.

13. Островский Г.М. и др. Алгоритмы автоматизации химико-технологических процессов. – М.: Химия, 1978. - 294 с.
14. Ротач В.Я. Расчёт настройки промышленных систем регулирования. – М.: Госэнергоиздат, 1961. - 340 с.
15. Шинок Ф. Системы автоматического регулирования химико-технологических процессов. – М.: Химия, 1974. - 330 с.
16. Прангишвили И.В. Микропроцессоры и локальные сети микро-ЭВМ в распределённых системах управления. – М.: Энергоиздат, 1985. - 272 с.
17. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона. Навчальний посібник / За ред. Полковника В.С.Франчука. – Львів : Афіша, 2000. – 336с.
18. Житецький В.Ц. Основи охорони праці.- Львів: Афіша, 2000.- 350с