

РЕФЕРАТ

В даній кваліфікаційній роботі розроблена система автоматичного збору, обробки і передачі інформації; вибраний комплекс технічних засобів на базі серійних приладів; проведена оцінка надійності системи.

Система являє собою ділянку трубопроводу між котлом і турбіною на Бурштинській ТЕС.

Впровадження розробленої системи дозволить точніше і ефективніше вимірювати температуру (тиск, витрату і т.д.). Впровадження даної системи у виробництво для ефективного управління і регулювання процесами автоматизації.

ЗМІСТ

ВСТУП	
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	
1.1 Характеристика об'єкта керування	
1.2 Характеристики основного енергетичного обладнання	
1.5 Аналіз технічних характеристик давачів та первинних перетворювачів для контролю енергетичних параметрів.....	
1.5.1 Визначення основних енергетичних параметрів: температури, тиску, витрати.....	
1.5.2 Порівняльна характеристика систем і засобів контролю енергетичних параметрів.....	
1.5.3 Аналіз та технічні характеристики давачів для контролю енергетичних параметрів.....	
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	
2.1 Оцінка технічного рівня і якості системи діагностування, що проектується	
2.2 Вибір і обґрунтування аналогів	
2.3 Визначення комплексного показника якості приладу, що проектується	
2.4 Визначення економічного ефекту в сфері виготовлення спроектованого приладу	
3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	
4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	
4.1 Аналіз принципової теплової схеми блоку потужністю 200 МВт..	
4.2 Розробка структурної схеми збору, обробки та передачі інформації по найважливіших технологічних параметрах на проміжку котел – турбіна.....	
4.3 Вивчення будови та принципу роботи АЦП ADuC824	

4.5 Під'єднання мікроконвертора до мережі за допомогою CAN-контролера	
4.5.1 CAN – стандарти	
4.5.2 Підключення мікроконвертора до CAN-шини	
4.5.3 Схема підключення, кодування даних і рівні напруг в лініях CAN-шини.....	
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
5.1 Охорона праці.....	
5.2 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	
5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	
5.2.1 Аварійна вентиляція	
5.2.2 Надзвичайні ситуації техногенного характеру	
5.2.3 Поглиблення протиріч та посилення небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій	
5.2.4 Характеристика і причини виникнення надзвичайних ситуацій	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА	
ДОДАТКИ.....	

ВСТУП

Сучасний рівень розвитку енергетичних та інших промислових установок характеризується інтенсифікацією технологічних процесів з використанням агрегатів великої одиничної потужності. Наприклад, в теплоенергетиці одиничні потужності зросли за останні 30 років в десятки разів, а в атомній – в сотні. Приблизно також зросли швидкості протікання технологічних процесів, число вимірювальних параметрів на одному агрегаті, які зараз обчислюються десятками-ми тисяч.

Тому надійність засобів вимірювання та інформаційно-вимірювальних систем в багато чому визначає надійність агрегата в цілому. Без достовірних значень параметрів і автоматичного контролю за цими значеннями в більшості випадків неможна управляти процесом або агрегатом, без засобів вимірювання неможлива автоматизація. Особливо велике значення здобувають питання одержання достовірних значень вимірювальних параметрів в зв'язку з задачами комплексної автоматизації технологічних процесів та більш ефективного використання виробничого потенціалу. Рішення цих задач потребує аналізу процесів і їх техніко-економічних показників, а для цього потрібні надійні і точні засоби вимірювання.

Великий розвиток отримала автоматизація в сучасній енергетиці, де основу складають теплові електричні станції. Також всі існуючі засоби автоматизації використовуються в об'єктах соціально-побутового і житлового призначення. Тому питанням автоматизації вимірювання технологічних параметрів, розробці нових методів і засобів вимірювання, підвищенню точності вимірювань у всіх країнах світу приділяється велике значення.

В автоматизованому виробництві людина тільки періодично впливає на машини, механізми і установки, які визначають нормальний хід технологічного процесу і веде спостереження за найбільш важливими його процесами та показами приладів. Автоматизація теплової частини електростанції здійснюється за допомогою системи управління, яка виконує наступні функції:

1. Дистанційне управління.
2. Тепло-технічний контроль поточних значень параметрів технологічного процесу.
3. Технологічну сигналізацію про стан основного і допоміжного обладнання.
4. Автоматичний захист основного і допоміжного обладнання від можливих пошкоджень в процесі експлуатації.
5. Автоматичне неперервне регулювання технологічних процесів і управління основним та допоміжним обладнанням.
6. Автоматичне дискретне управління, яке забезпечує включення або виключення регуляторів, механізмів, установок в заданій послідовності.

З приведених прикладів і сказаного вище стають ясними поняття *регулювання* як різновиду керування і *регулятора* як технічного пристрою: *автоматичне регулювання* – автоматична підтримка поблизу постійного значення деякої фізичної величини, що характеризує керований процес; *автоматичний регулятор* – пристрій, що виробляє регулюючий вплив відповідно до необхідного закону регулювання.

Науково-технічний прогрес у сучасному промисловому виробництві значною мірою зв'язаний з автоматизацією.

До дійсного часу автоматизація виробництва виділилася в самостійну галузь науки і техніки, у якій розробляються питання теорії автоматичного керування й автоматичні системи регулювання виробничих процесів, створюються і впроваджуються необхідні технічні засоби.

Перераховані функції виконуються однойменними підсистемами керування.

Людина-оператор і підлеглі йому підсистеми повинні керувати процесами вироблення заданої кількості теплоти й електричної енергії, підтримувати значення основних технологічних параметрів, щоб забезпечити мінімум витрати палива. З огляду на те, що на економічність установок впливає велика кількість взаємодіючих факторів, для її оцінки можна використовувати електронну

цифрову обчислювальну машину (ЕОМ), що забезпечує автоматичний збір необхідної інформації і розрахунок ТЭП.

Підсистеми контролю, керування і розрахунку ТЭП разом з ЕОМ, підлеглої оператору, утворюють *автоматизовану систему керування технологічними процесами* (АСУ ТП) теплової електростанції.

Застосування автоматизованих систем керування дозволяє підвищити надійність і економічність енергетичних установок при малому числі обслуговуючого персоналу, сприяє підвищенню його кваліфікації. При цьому ЕОМ може бути передана значна частина функцій по контролю і керуванню.

Енергетична програма нашої країни передбачає модернізацію існуючого устаткування ТЕС і удосконалювання їхніх систем керування в широких масштабах. У зв'язку з цим для повного витиснення ручної праці експлуатаційного персоналу має бути виконаний цілий ряд заходів організаційного і науково-технічного характеру в масштабі електростанцій і енергосистем. Зокрема, довести до кінця механізацію й автоматизацію розвантаження, складування і транспортування твердого палива в межах ТЕС, видалення і транспортування шлаку, очищення поверхні нагрівання й обмивки парових котлів, що працюють на твердому паливі, і ін.

Створення автоматизованих систем керування, що відповідають рівню розвитку енергетики найближчого майбутнього, як на діючих, так на нових споруджуваних електростанціях пов'язано з подальшим розвитком галузей промисловості, що випускають нові технічні засоби автоматики й обчислювальної техніки, а також з економічними можливостями соціалістичних підприємств. В даний час можна намітити наступні рубежі цього процесу. На першому етапі має бути остаточно впровадити й освоїти технічні засоби, що дозволяють упевнене керування енергоблоком одним чи двома операторами у всіх режимах експлуатації. На другому – скоротити оперативну завантаженість персоналу, зв'язану з виконанням одноманітних дій по контролі і керуванню, передавши ці функції на ЕОМ, для того, щоб зосередити увагу на головному: виробленню заданої кількості електричної енергії і теплоти при виконанні

встановлених норм питомих витрат палива. На поряд з виконанням задач першого і другого етапів значно розширити кібернетичні можливості комплексу технічних засобів, установити безупинний зв'язок АСУ ТП ТЕС по каналах контролю і керування з підсистемами нижнього і верхнього рівнів з метою посилення взаємодії електростанцій, енергосистем і енергооб'єднань, що вирішують загальну задачу підвищення надійності й економічної ефективності енергопостачання споживачів. Автоматизація ТЕС на основі АСУ ТП відповідає загальному напрямку і перспективам розвитку енергетики в Україні.

В даний час автоматика виділилась в окрему галузь науки і техніки, яка займається теорією автоматичного управління і розробляє автоматичні системи регулювання і відповідні технічні засоби.

Тепер розроблені і впровадженні в дію системи приладів автоматичного регулювання “КОНТУР”, комплекс технічних засобів АКЕСР і АКЕСР-2, комплекс технічних засобів КАСКАД-2, розроблені і широко впроваджуються регулюючі мікропроцесорні контролери типу Р-110 та Р-130. До складу технічних засобів типу АКЕСР входять регулюючі блоки типу РБІ та РБА, до складу АКЕСР-2 – РПІ-У, РПІ-Т. До складу “Каскад-2” входять регулятори типу Р-17 та Р-27; до системи “КОНТУР” – регулятори Р-25, К-15, К-16, К-26 і РС-29.

В магістерській роботі, зокрема, будуть розглянути прилади розроблені ООО Науково-виробничим підприємством “МІКРОТЕРМ”. Це пристрої для вимірювання температури, тиску, витрати і т.д. На даний час це є одні з найдоступніших розробок, які тільки починають впроваджуватись і які вже зуміли себе добре зарекомендувати на ряді підприємств нашої держави.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика об'єкта керування

Тема даного кваліфікаційної роботи є “Розробка системи збору, обробки та передачі інформації”, а зокрема даних по температурі, тиску і витраті гострої пари на проміжку “ котел – турбіна ” Теплової електричної станції. Щоб краще зрозуміти процеси які потрібно автоматизувати, потрібно розібрати об'єкт до якого прив'язується проект.

Бурштинська тепла електрична станція енергетичний гігант Прикарпаття (далі БуТЕС). Її потужність – 2 млн. 400 тис. кВт – дорівнює потужності чотирьох ДніпроГЕС. БуТЕС співпрацює із електростанціями Угорщини, Румунії, Болгарії, Чехії, Словаччини, Польщі, Німеччини, Португалії та ін., які входять в енергосистему USTE.

Потужність кожного енергоблоку 200 МВт. БуТЕС складається із 12 таких блоків. На станції повністю автоматизовані технологічні процеси виробництва електроенергії, механізовано всі трудомісткі операції, починаючи від розвантаження палива і закінчуючи транспортуванням золи і шлаку. БуТЕС виробляє понад 13 млрд. кВт.-год. електроенергії на рік.

1.2 Характеристики основного енергетичного обладнання

Котел

Продуктивність – 640 Т/год.

Тиск пари на виході із котла – 18 МПа.

Температура пари на виході із котла – 570° С.

Розхід палива – 75-80 Т/год.

ККД бруто котельного агрегата 90 %.

Турбіна

Номинальна потужність – 200 МВт.

Тиск свіжої пари – 13 МПа.

Температура свіжої пари – 545 °С.

Температура пари після промперегріву на ЧСТ –545 °С.

Тиск пари перед вторинним перегрівом 2,4 МПа.

Температура пари перед вторинним перегрівом – 340 °С.

Тиск після вторинного перегріву – 2,23 МПа.

Генератор

Потужність – 200 МВт.

Коефіцієнт потужності – 0,85.

Напруга на виходах – 15,75 кВ.

1.3 Дослідження теплової схеми блоку

Схема призначена для роботи на твердому паливі (вугілля), або на природному газі. Вона складається із котла (1) з допоміжним обладнанням, турбоагрегата (2), який являє собою турбіну поділену на частину високого тиску (ЧВТ), частину середнього тиску (ЧСТ) і частину низького тиску (ЧНТ). До турбоагрегата відноситься також конденсаційна установка, яка в свою чергу складається з конденсатора (4) та конденсатних насосів (5). На одній осі з турбіною розміщується електрогенератор змінного струму (3) із підвищуючим трансформатором.

Схема працює наступним чином.

Вугілля механізмами паливоподачі направляється з паливного подвір'я в бункер, який встановлено в верхній частині станції.

Система паливоподачі складається із пристроїв для розвантаження вагонів, пристроїв грубого подрібнення великих або замерзлих кусків вугілля, стрічкового транспортера і дробилок.

Потім подрібнене вугілля надходить в бункер де знаходиться запас вугілля на декілька годин роботи котла.

З бункера вугілля направляється в млин де розмелюється до пилоподібного стану.

Дальше вугільний пил змішується з повітрям і дутевими вентиляторами нагнітається в топку котла.

Горючий факел з температурою до 1500°C передає свою теплоту воді в екранах, які знаходяться на внутрішніх стінках топочної камери котла.

Вода нагрівається і перетворюється в суху насичену пару.

Ця пара надходить в пароперегрівач, нагрівається і перетворюється в гостру пару, і далі направляється в трубопровід, який з'єднує котел з турбіною. Тут пара з параметрами: тиском $23,5\text{ МПа}$ і температурою 545°C підводиться до двох блоків паророзподілу, звідки по перепускних паропроводах направляється на паровпуск ЧВТ турбіни.

Відпрацьована пара з параметрами $4,0\text{-}4,2\text{ МПа}$, 250°C із вихлопу ЧВТ надходить в пароперегрівач, а потім вже перегріта з температурою 545°C і тиском $3,6\text{-}3,8\text{ МПа}$ надходить через два клапани пароперегріву в ЧСТ.

Тут вона відпрацьовує свою енергію і вже з параметрами $0,25\text{ МПа}$ і 192°C направляється в ЧНТ.

Із двох потоків низького тиску пара надходить до поверхневого двохходового конденсатора (4). Номінальний вакуум в конденсаторі $3,45\text{-}3,7\text{ кПа}$.

З конденсатора групою конденсатних насосів 1 ступеня (5) весь конденсат прокачується через холодильники ежекторної групи на БОУ (блочна охолоджуюча установка), потім через конденсатні насоси 2 ступеня конденсат поступає через клапан регулятора рівня конденсату в конденсаторі на регенеративні підігрівачі низького тиску (ПНТ №1-4).

Після ПНТ № 4 конденсат направляється в деаератор ($0,68\text{ МПа}$), а потім на бустерні насоси, які встановлені перед живильними насосами – головного з турбоприводом та пускорезервного з електроприводом.

В деаераторі відбувається очищення, обезсолення води а також її частковий підігрів за допомогою водонагрівальної установки. Живильна вода

після насосів з тиском 3,20-3,4 МПа і температурою 165° С направляється на підігрівачі високого тиску (ПВТ № 5-7), звідки вже з температурою 275° С надходить в котел.

Турбоустановка має багатовіткову систему регенерації, на яку пара поступає із дев'яти відборів ЧВТ, ЧСТ, ЧНТ.

Конденсат гріючої пари (дренаж) із ПВТ зливається каскадно із ПВТ № 7 → ПВТ № 6 → ПВТ № 5 в деаератор, або в ПНТ № 5 коли потужність блоку знижується (70% $N_e^{ном}$).

Дренаж із ПНТ № 4 зливається через попередні ступені в конденсатор турбіни.

В тепловій схемі передбачена також подача пари на установку мережних підігрівачів – основного і пікового, яка призначена для забезпечення гарячою водою з температурою до 130° С.

Для поновлень втрат конденсату і пари в циклі турбоустановки передбачена можливість включення однокорпусного випаровувача, вторинна пара якого поступає на ПНТ № 2а (конденсатора випаровувача КВ), який служить охолоджувачем конденсатором вторинної пари випаровувача.

З турбіною К-200-130 встановлюється електрогенератор ТГВ-200.

На рисунку 1.1 зображена теплова схема енергоблока.

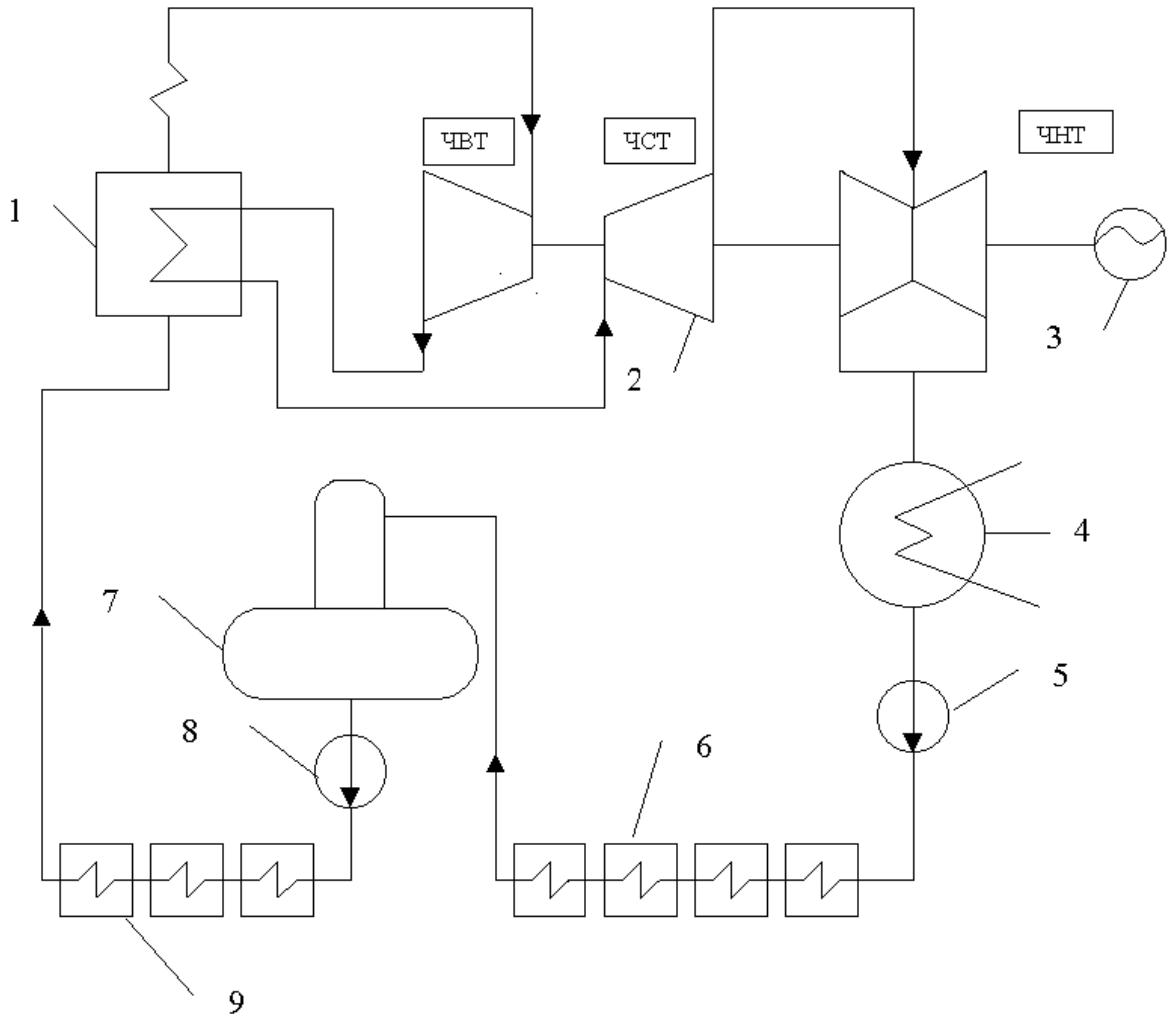


Рисунок 1.1 Теплова схема енергоблока

1 – котел; 2 – турбіна; 3 – генератор; 4 – конденсатор; 5 – конденсатний насос; 6 – підігрівачі низького тиску; 7 – деаератор; 8 – живильний насос; 9 – підігрівачі високого тиску.

1.4 Напрямки вирішення задачі

Одержання дешевої енергії на сьогоднішній день є однією з найважливіших завдань енергетичної промисловості. Над цим питанням працює багато інститутів, з року в рік впроваджуються нові технології і винаходи вчених. Адже надійна робота устаткування забезпечує безперервний виробіток потрібної енергії. Виробництво електроенергії, яка стала важливим

компонентом життя і діяльності людини, також вимагає посиленої уваги до надійності і правильності роботи всіх складових системи.

Теплові електростанції поки що є найважливішим джерелом електрики в нашому господарстві. Отже, вони повинні працювати якомога надійніше та економічніше.

Сучасні теплові електричні станції, що працюють на природному (органічному) паливі, використовують для вироблення електроенергії проміжний теплоносій – перегріта водяна пара.

Особливість технологічного процесу на ТЕС (рисунок 1.1) складається в неможливості збереження готової продукції – електроенергії при дуже обмеженій тепловій здатності основних джерел, що акумулює, теплоти – парових котлів. Тому кількість пари, виробленого паровим котлом, потужність, що розвивається турбогенератором, і електричне навантаження, що задається споживачем, повинні строго відповідати між собою в часі.

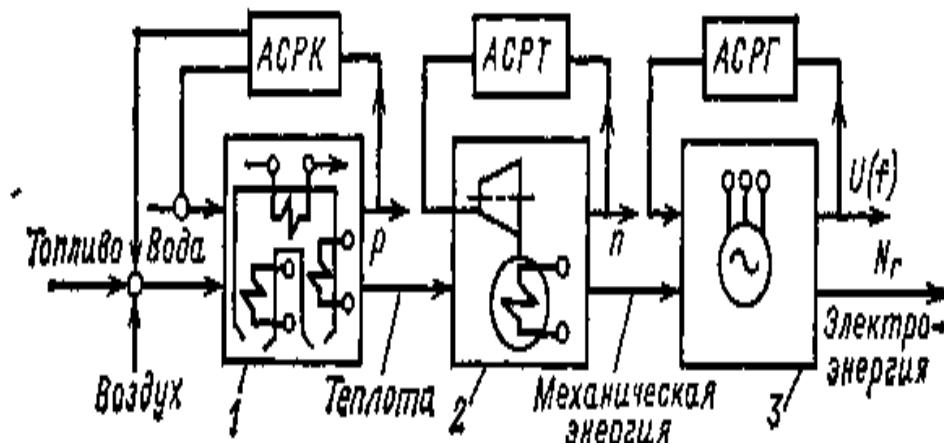


Рисунок 1.2- Система регулювання потужності ТЕС

Виходячи з необхідності безупинної підтримки балансу по витраті пари, вироблюваної котлом і споживаною турбіною, регулювання його витрати

ведеться по найбільш простому з погляду виміру непрямою показнику цього балансу – тиску перед турбіною p .

Стабілізація p здійснюється автоматичною системою регулювання парового казана (АСРПК).

Баланс теплоти і механічної потужності турбіни також контролюється простим непрямим показником – частотою обертання ротора n і підтримується автоматичною системою регулювання потужності турбіни (АСРТ).

Якість кінцевої продукції ТЕС – електроенергії повинне відповідати вимогам ДСТ 13.109.90.

Припустимі відхилення коливань промислової частоти I складають $\pm 0,2$ Гц (0,4 %), а по напрузі на шинах генератора $V \pm 5$ %.

Для підтримки цих показників важлива роль належить автоматичній системі регулювання електричного генератора (АСРГ).

Крім основних об'єктів керування – парових котлів, турбін і генераторів, на ТЕС мається значна кількість допоміжних теплоенергетичних установок, також оснащених автоматичними пристроями регулювання і захисту

Розібравшись в процесі виробництва електроенергії на БуТЕС, і проаналізувавши кожну ланку в ланцюгу виробництва електрики зробив висновок, що на кожному етапі перетворення теплової енергії в електричну потрібно контролювати і регулювати цей складний процес.

Чи то виробництво пари, чи передачі її на турбіну, все повинно контролюватися і регулюватися, з якомога найбільшою надійністю.

В даній роботі я вирішив приділити увагу ділянці котел – турбіна. На цій ділянці пара несе свою енергію турбіні, отже процес в цьому місці повинен протікати без втрат.

Для цього потрібно створити надійну систему контролю.

Найважливішими параметрами на цій ділянці є тиск пари, температура і її витрата.

Зменшення або збільшення будь якого з цих параметрів може призвести, як до матеріальних так і до економічних втрат.

Наприклад, зменшення температури приводить до втрати енергії, яка має передаватися на турбіну, внаслідок чого зменшуються обороти турбіни – падає частота генератора.

А збільшення температури призводить до руйнування матеріалів.

Також збільшення або зменшення тиску так само впливає на продуктивність турбіни.

На рисунку 1.2 зображено схематично трубопровід гострої пари від котла до турбіни.

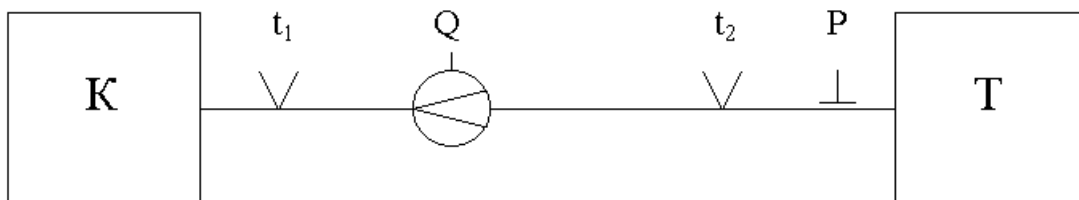


Рисунок 1.2 Структурна схема ділянки «котел – турбіна»

На рисунку 1.2 схематично представлено трубопровід і показані основні точки, в яких вимірюються вказані вище параметри, а саме температура, тиск, витрата пари.

Особливість розташування трубопроводу така, що трубопровід знаходиться в труднодоступному місці.

Через це на трубопроводі встановлюються первинні прилади а вторинні не встановлюються. Дані знімаються первинними приладами і сигнал з них надходить на АЦП.

Дане АЦП (AduC812) пристосоване для прийому ненормованих сигналів мВ, мГн. В АЦП дані обробляються відповідним чином так, що їх можна передавати на комп'ютер.

В якому дані в свою чергу обробляються до форми придатної для сприйняття операторам, для вироблювання контролюючої дії та для передачі її по мережі до інших споживачів.

1.5 Аналіз технічних характеристик давачів та первинних перетворювачів для контролю енергетичних параметрів

1.5.1 Визначення основних енергетичних параметрів: температури, тиску, витрати

На ділянці трубопроводу гострої пари від котла до турбіни, як було сказано в попередньому розділі, найважливішими технологічними параметрами являється тиск, температура і витрата пари. Від якості вимірювання цих параметрів залежить ефективна робота котлотурбінного агрегату.

Для вибору комплексу технічних засобів автоматизації потрібно знати параметри робочого середовища.

Температура пари на виході з котла при роботі в номінальній потужності, становить 545°C , ця пара називається свіжою або перегрітою.

Існують ще також крім номінального режиму роботи енергоблоку, пусковий, коли котел тільки нагрівається установка працює на 30-45 % своєї потужності. Температура в такому випадку становить $250-340^{\circ}\text{C}$. Також є іще режим коли блок працює на половину своєї потужності тоді температура становить $350-400^{\circ}\text{C}$. Як видно температура змінюється широким межах, відповідно потрібно зважати на це вибираючи засоби вимірювання. Також так само вимірюється температура перед турбіною.

Для вимірювання температури в такому середовищі, при таких діапазонах найкраще застосовувати термоелектричні термометри – термопари. Їх дія базується на властивості окремих металів і їх сплавів створювати термоелектричну електрорушійну силу (ЕРС), яка залежить від температури місця з'єднання (спаю) двох різнорідних провідників (термоелектродів), які утворюють чутливий елемент приладу – термопару.

Вимірявши термоЕРС і знаючи залежність її від температури, визначають температуру місця вимірювання. Прилад являється первинним перетворювачем із вихідним сигналом в мілівольтах. Переваги: великий

діапазон вимірювання, висока чутливість, низька інерційність, відсутність стороннього джерела струму, дистанційна передача показів.

Тиск пари вимірюється на вході в частину високого тиску турбіни. Зрозуміло тиск на цій ділянці є досить високим – 13 МПа, також пара має високу температуру, і при цьому, тиск змінюється у широких межах. Тому при виборі первинного перетворювача потрібно зважати на всі ці особливості. Для цього використовують деформаційні манометри тиску.

Найбільша відстань між деформаційним манометром і місцем вимірювання обмежується довжиною з'єднувальної лінії, до 50 метрів, що не є достатнім. Тому доцільно використовувати безконтактні деформаційні манометри з електричною дистанційною передачею показів. В цих приладах пружна деформація чутливого елемента перетворюється в безперервний електричний сигнал.

Витрата пари є важливим показником, оскільки по витраті видно наскільки ефективно і економічно працює енергоблок. Прилади, за допомогою яких вимірюється витрата, називаються витратомірами.

В залежності від вимірювального середовища вони поділяються на витратоміри води, пари, газу. Для вимірювання витрати пари використовують витратоміри із звужуючим пристроєм.

Метод вимірювання – метод змінного перепаду тиску (зміна статичного тиску середовища).

Витратоміри складаються із звужуючого пристрою, який встановлюється в трубопроводі і виконує роль місцевого стискання потоку, дифманометра (вторинний прилад для вимірювання різниці статичних тисків до і після звужуючого пристрою), та імпульсної лінії.

Звужуючий пристрій розміщується концентрично відносно трубопроводу і має круглий отвір. Вторинний прилад є витратомір з дистанційною передачею показів.

1.5.2 Порівняльна характеристика систем і засобів контролю енергетичних параметрів

Для порівняння розглянемо систему, яка є на даний час. Структура системи зображена на кресленні № 1. Позначимо температуру, тиск, витрату відповідно t , P , Q . Система являється дворівневою. Перший рівень – блочний щит (БЩУ), та другий рівень – обчислювальний центр (ОЦ).

Температура вимірюється термопарами, яких є 4 штуки. Одна розміщується зразу ж на виході з котла, друга на вході в турбіну і дві резервних.

В якості первинних перетворювачів використовуються термопари типу ТХА А614-7. Вторинний прилад є ГП614-7/3 – груповий перетворювач, який перетворює вхідний сигнал мВ. в нормований вихідний сигнал 0-5 В.

Він являється 16-канальним, що дозволяє на вхід підключати декілька термопар, цифра 3 означає що він працює з термопарами, тобто із вхідним сигналом в мілівольтах.

Отже на вхід підключаємо дві термопари (резервні не позначаємо).

Для вимірювання тиску використовується трубчатопружинний манометр МПЕ вихідний сигнал, якого 0-5 мА. подається на ГП614-7/4 (4 – для вимірювання тиску і перепаду тисків).

Витрата вимірюється методом змінного перепаду тисків. Для цього використовується звужуючий пристрій діафрагма, дифманометр вторинний прилад для нормування сигналу з ДМ 0-10 мГн в сигнал 0-5 мА. НП-ПЗ.

Всі первинні прилади для вимірювання встановлюються по місцю. Вторинні прилади розміщені на блочному щиті управління, який є першим рівнем системи.

Сигнали із вторинних приладів 0-5 В готові для сприйняття їх ЕОМ для обробки, і представлення оператору в доступній формі. На БЩУ встановлено ЕОМ типу СМ 1634, це машина нижчого рівня і призначена для наочного

представлення вимірної інформації та перетворення сигналу для передачі його на машини вищого рівня.

Це машина СМ 1210, яка розміщена в обчислювальному центрі. Вона призначена для подальшого оброблення результатів для вироблення керуючих дій, для передачі даних в мережу.

Тут же розташований ВТА (відеотермінал абонентський), призначений для реєстрування поточних вимірних даних через певний заданий проміжок часу і представлення результатів вимірювання оператору. З ВТА дані надходять назад на БЦУ оператору.

Із СМ 1210 інформація надходить черговому оператору в ОЦ 2, де надходить вся поточна інформація із всіх блоків.

Як видно система є досить складна і громіздка через використання великої кількості проміжних перетворювачів даних.

Потрібно зменшити кількість проміжних ланок за рахунок використання новітніх досягнень техніки.

Потрібно зробити так, щоб дані з первинних перетворювачів не проходили такої кількості проміжних стадій обробки.

Це може забезпечити використання мікропроцесорних пристроїв із вбудованими АЦП, ЦПА, мікроконтролерами.

Які можуть приймати ненормовані сигнали в мВ, мА, мГн і обробляти їх до стану придатного для передачі в комп'ютер. Розробками таких пристроїв займається багато фірм, зокрема ANALOG DEVICES.

1.5.3 Аналіз та технічні характеристики давачів для контролю енергетичних параметрів

Для вимірювання температури використано термоелектричний термометр ТХА (хромель-алюмінієвий). Хромель-алюмінієвий означає тип металу, з якого зроблено електроди термометра, далі – термопара.

Даний прилад вибрано виходячи із параметрів робочого середовища: температура пари 545° С і тиск 13 МПа.

Термопари типу ТХА мають робочий діапазон тривалого режиму роботи 0-650° С, а також мають захисну гільзу розраховану на великі тиски і на специфіку робочого середовища, такого як пара. Модель даної термопари – А614-7.

Максимальна температура короткочасного режиму роботи 800° С. Даний тип термопар є круглими з ізолюваним робочим спаєм. Показник теплової інерції – 0,5 с, строк служби до 5-ти років.

Первинний давач для вимірювання тиску я вибрав перетворювач тиску вимірювальний МТМ701.3П.

Перетворювач призначений для безперервного перетворення тиску в електричний сигнал постійного струму – 0-5, 0-20 або 4-20 мА. Середовища, які контролюються – це повітря, газу, пара.

Технічні характеристики.

Клас точності 0,5

Напруга живлення 16-36 В

Діапазон робочих температур -50 – 600° С

Довжина лінії зв'язку до 500 м

Граничний робочий надлишковий тиск 20 МПа.

Витрата вимірюється методом перепаду тиску. Для цього використовуються витратоміри із звужуючим пристроєм. В основу роботи покладений, згаданий метод змінного перепаду тиску.

Витратомір складається із звужуючого пристрою – діафрагми, дифманометра та імпульсної лінії.

Оскільки тиск високий то використовується безкамерна діафрагма типу ДБ. Для вимірювання різниці тиску перед звужуючим пристроєм і після нього встановлено дифманометр типу ДМ701.10.

Умови експлуатації:

- температура навколишнього середовища від +5 до +50 °С

- відносна вологість повітря до 80 % при температурі 35°
- вібрації з частотою (10 - 15) Гц амплітудою не більше 0,15 мм.
- напруга живлення 220 В, 50 Гц, потужність не більше 8 ВА.

Сигнали з датчиків в мілівольтах з термопари, 0-5 мА із датчика тиску та 0-10 мГн із витратоміра надходять на АЦП ADuC 824.

Конвертер пристроїв приймає сигнали низького рівня безпосередньо.

На додаток до двох незалежних АЦП (основної та допоміжної) є датчики температури та приймачі технологічних процесів (які дозволяють безпосередньо вимірювати сигнали низького рівня).

Конвертер пристроїв приймає сигнали низького рівня безпосередньо.

На додаток до двох незалежних АЦП (основної та допоміжної) є датчики температури та приймачі технологічних процесів (які дозволяють безпосередньо вимірювати сигнали низького рівня).

АЦП з вбудованими цифровими фільтрами призначені для вимірювання сигналів на низьких частотах у широкому динамічному діапазоні.

Пристрій працює з кварцом 32 кГц та вбудований в нього модуль живлення створюють внутрішню робочу частоту 12,58 МГц.

Ця частота подається програмованим дільником, що призводить до ключової частоти роботи.

Основною частиною роботи є мікроконтролер 8052, тому система команд сумісна з набором 8051.

Основний робочий цикл складається з 12 циклів вибраних годин роботи. Мікросхема містить 8 КБ незнімного флеш-пам'яті / його програмну пам'ять, 640 байт світла / його пам'ять даних і 256 байт оперативної пам'яті (ОЗУ).

Adu824 містить додаткові аналогові елементи: 12-розрядний комітет допомоги розробникам, джерела струму та моніторинг джерела живлення.

Вбудована цифрова периферія мікросхеми включає в себе: сторожовий таймер, лічильник інтервалу часу, потрійний / лічильник та послідовні порти.

Заводська ПЗУ підтримує послідовні режими завантаження та налагодження (через мішок), а також режими емуляції за допомогою єдиного зовнішнього інтерфейсу екологічної оцінки.

Пристрій працює від +3 до +5В джерела живлення.

При роботі від джерела А + 3 Au824 є 52-лівим програмним пакетом MQFP.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Оцінка технічного рівня і якості системи діагностування, що проектується

Система діагностування, що розробляється в даному дипломному проекті призначена для автоматизації збору даних по енергетичних параметрах на котлотурбінних агрегатах.

Збір та обробка виконується наступним чином: дані по температурі знімаються датчиком, далі цей сигнал підсилюється, потім за допомогою АЦП він перетворюється з аналогового в цифровий, потім поступає на формувач протоколу RS232 і обробляється комп'ютером.

До складу системи входять датчик температури, аналого-цифровий перетворювач, формувач протоколу RS232 і CAN-шина.

Враховуючи рекомендації методичних вказівок до дипломного проектування [12], виберемо один з вузлів для детального проектування.

При виборі вузла детального проектування необхідно врахувати дві основні вимоги: вузол не повинен бути надто складним; вузол повинен бути окремим автономним фрагментом системи, який легко виділяється з системи і має завершені властивості, функціональне призначення та набір характеристик.

В якості вузла детального проектування вибрано схему аналого-цифрового перетворювача (АЦП), який є одним з найважливіших блоків системи автоматизованого діагностування несанкціонованого відбору енергоносіїв.

Схема призначена для перетворення значення аналогового сигналу від датчика в його цифрову форму у реальному масштабі часу, з робочою частотою перетворення 20 МГц.

Вихідне значення оцифровується у 8-розрядний двійковий код. Передбачений зв'язок з ПЕОМ для обміну інформацією.

2.2 Вибір і обґрунтування аналогів

Визначення ступеня відповідності технічним стандартам, якісної конструкції приладу, сучасного розвитку, науково-технічних досягнень, як технічних показників, так і обсягу завдання вирішується за допомогою розробленого пристрою з необхідними супутниками, які повинні відповідати призначеному призначенню, структурі та технічним характеристикам інструменту функція, є однією з найкращих у світі.

Найкращі промислово розроблені пристрої за кордоном є важливою частиною загального обсягу цього виду продукції, що продається на зовнішніх ринках, і включають пристрої з високим попитом.

В якості кращого аналогу вибрано аналого-цифровий перетворювач ADu812 виробництва США.

Аналого-цифровий перетворювач ADu812 призначений для перетворення аналогового сигналу в його цифрову форму у реальному масштабі часу.

Прилад здійснює аналогово-цифрове перетворення з можливістю передачі результатів до ПЕОМ.

Перетворювач представляє собою десяти-розрядний аналого-цифровий перетворювач, виконаний по паралельній схемі, яка дозволяє здійснювати перетворення вхідних сигналів зі спектром до 12 МГц при максимальній частоті перетворення 30 МГц.

2.3 Визначення комплексного показника якості приладу, що проектується

Повний набір параметрів якості визначається шляхом порівняння та протиставлення якісних характеристик конструкторського обладнання та параметрів зразка.

Вибір показників якості здійснюється експертним шляхом у відповідності з ГОСТ-22.851-77.

Карта технічного рівня і якості приладу, що проектується представлена у вигляді таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Визначення технічного рівня і якості приладу, що проектується

Показник	Одиниці вимірювання Показника	Значення показника		
		зразка, що замінюється		проектованого приладу
		AD673	AD1075	
Розрядність АЦП	Біт	10	8	8
Робоча частота	МГц	30	25	20
Спектр вхідного сигналу	МГц	12	10	10
Час перетворення	мкс	0,05	0,04	0,03
Споживана потужність	кВт·год	0,0015	0,0025	0,001
Похибка вимірювання	%	0,125	0,1	0,1
Надійність	%	95	85	80

Комплексний показник якості визначається методом арифметичного середньозваження згідно формули [21]:

$$P_K = \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{100} \cdot q_i, \quad (2.1)$$

де n - кількість показників, прийнятих для оцінки якості проектного приладу;

K_i - коефіцієнт вагомості i -го одиничного показника якості, що визначає його відносну значимість, % (коефіцієнти вагомості визначаються експертним методом, при чому сума всіх коефіцієнтів повинна бути рівною 100%);

q_i - відносні безрозмірні показники якості, що визначаються співставленням числових значень одиничних показників приладу, що проектується і аналога згідно формули:

$$Q_1 = \Pi_{2i} / \Pi_{1i}, \quad (2.2)$$

$$\text{або } Q_1 = \Pi_{1i} / \Pi_{2i}, \quad (2.3)$$

де Π_{1i} , Π_{2i} - кількісні значення i -го одиничного показника якості, відповідно, проектованого приладу і аналога.

З формул (2.2), (2.3) вибирається та, в якій збільшення відповідає покращенню показника якості приладу, що проектується.

Згідно формул (2.2), (2.3) розрахуємо безрозмірні показники якості:

- розрядність АЦП

$$q_1 = 10/8 = 1.25; k_1 = 10\%;$$

- робоча частота

$$q_2 = 30/20 = 1.5; k_2 = 20\%;$$

- спектр вхідного сигналу

$$q_3 = 12/10 = 1.2; k_3 = 15\%;$$

- час перетворення

$$q_4 = 0.05/0.03 = 1.7 \quad k_4 = 20\%$$

- споживана потужність

$$q_5 = 0.0015/0.001 = 1.5 \quad k_5 = 10\%$$

- похибка вимірювання

$$q_6 = 0.125/0.1 = 1.25 \quad k_6 = 15\%$$

- надійність

$$q_5=95/80=1.18 \quad k_7=10\%;$$

$$k_1+k_2+k_3+k_4+k_5+k_6+k_7=10+20+15+20+10+15+10=100\%$$

Комплексний показник якості, згідно з формулою (2.1) складає:

$$P_{\text{я}}=(1.25 \cdot 10+1.5 \cdot 20+1.2 \cdot 15+1.7 \cdot 20+1.5 \cdot 10+1.25 \cdot 15+1.18 \cdot 10)/100=1.4.$$

2.4 Розрахунок вартості основних комплектуючих виробів проектного приладу

Вартість комплектуючих виробів складає:

$$C_{\text{ком}} = 57,1 + 57,1 \cdot 0,05 = 59,96 \text{ грн.}$$

Ціна основних матеріалів та комплектуючих виробів проектного приладу становить:

$$M_2 = C_{\text{осн}} + C_{\text{ком}}. \quad (2.6)$$

звідси:

$$M_2 = 6,39 + 57,1 = 63,49 \text{ грн.}$$

Основна заробітна плата основних робітників на виробництві проектного приладу складає:

$$Z_2 = 63,49 \cdot 28/24 = 74,08 \text{ грн.}$$

З урахуванням додаткової заробітної плати (10%) і нарахувань (37,5%):

$$Z_2 = 74,08 \cdot 1,475 = 109,27 \text{ грн.}$$

Таблиця 2.2 - Розрахунок вартості основних комплектуючих виробів проектного приладу

Назва	Кількість, штук	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Мікросхеми:			
K140УД18	3	2,5	7,5
K555ЛН1	1	2	2
KP1446	1	35	35
K555ЛА2	1	2	2
K555АП6	1	2	2
Резистори типу МЛТ-0,25	12	0,3	3,6
Конденсатори типу КСО	10	0,5	5
Всього			57,1

Якщо на стадії проектування не відома інформація про місце впровадження приладу у виробництво, то дані про значення коефіцієнтів α і β можна визначити з літератури для підприємств, що спеціалізуються на випуску певних видів приладів і пристроїв.

Значення цехових і загальнозаводських витрат відповідно становить:

$$\alpha=133\%, \beta=63\%.$$

Згідно формули (2.6), виробнича вартість проектного приладу становитиме:

$$C_{пр2}=63,49 + 109,27 \cdot (1+1,33+0,63)=386,93 \text{ грн.}$$

Повна собівартість проектного приладу, необхідна для визначення економії на витратах виробництва, визначиться згідно формули:

$$C_{п2}=C_{пр2} \cdot (1+Q/100), \quad (2.7)$$

де Q - величина позавиробничих витрат підприємства.

Враховуючи, що місце впровадження приладу невідоме, використаємо табличне значення $Q=4\%$.

$$C_{п2}=386,93 \cdot (1+4/100)=402,41 \text{ грн.}$$

Визначення економічного ефекту

Економічний ефект в умовах виробництва визначається згідно формули:

$$E_{п}=C_1 - C_2, \quad (2.8)$$

де C_1 і C_2 - оптова ціна аналога і проектованого приладу, грн.

Ціна проектованого приладу:

$$C_2= C_{п2} \cdot (1+П_2/100), \quad (2.9)$$

де $П_2$ - величина економічного прибутку від нового приладу, % (може бути прийнята в розмірі від 12% до 15%).

Для визначення економічного ефекту визначимо оптову ціну проектованого приладу

$$C_2= 402.41 \cdot (1+15/100)=462.78 \text{ грн.}$$

Оскільки відома тільки повна собівартість зарубіжного аналога, то його оптову ціну можна визначити за формулою:

$$C_1=C_{п1} \cdot (1+П_1/100) \quad (2.10)$$

де $П_1$ - величина прибутку приладу - аналога, %;

$C_{п1}$ - повна собівартість аналога.

Відомо, що $C_{п1}=800$ грн.

Звідси:

$$Ц_1=800 \cdot (1+10/100)=880 \text{ грн.}$$

Економічний ефект становить:

$$E_{п}=880 - 462.78 = 417.22 \text{ грн.}$$

Розрахунок лімітної ціни

Лімітна ціна – це максимальна оптова ціна проектованого приладу, яка з одного боку, відповідає техніко-економічним параметрам спроектованого приладу і відображає покращення його споживчих якостей, а з іншого боку - зацікавлює споживача приладу у його використанні.

Виходячи з вище наведених визначень, однією з умов економічної ефективності проектованого приладу буде співвідношення [22]:

$$Ц_2 < Ц_л,$$

(2.11)

де $Ц_л$ - лімітна ціна проектованого приладу, грн.

Лімітна ціна приладу визначається за формулою:

$$Ц_л = C_{п_{\max}} + П_н \quad (2.12)$$

де $C_{п_{\max}}$ - максимальний розмір повної собівартості проектованого приладу, грн;

$П_н$ - нормативний прибуток (приймається в межах 12%-15% повної собівартості), грн.

Максимальний розмір повної собівартості проектованого приладу визначається з виразу:

$$C_{п\max} = 0.85 \cdot C_{п1} \cdot Пя, \quad (2.13)$$

де 0.85 - прийнятий на рівні нормативного коефіцієнт відносного здешевлення продукції, який гарантує зниження оптових цін на одиницю кінцевого корисного ефекту;

Пя - комплексний показник якості проектованого приладу:

$$Пя = 1.32.$$

Згідно формули (2.12):

$$C_{п\max} = 0.85 \cdot 800 \cdot 1.32 = 897.6 \text{ грн.}$$

Тоді

$$Цд = 897.6 + 897.6 \cdot 0.15 = 1032.24 \text{ грн.}$$

Використовуючи критерій (2.11), можемо зробити висновок, що проектований прилад є економічно ефективним.

Визначення експлуатаційних параметрів проектованого приладу

Визначимо експлуатаційні параметри, які змінилися у проектованого приладу у порівнянні з існуючим аналогом.

Термін служби – це сумарне напрацювання приладу від початку експлуатації до її припинення, обумовленого зносом або старінням.

Розрахунок термінів служби розрахуємо за амортизаційним терміном.

Заново спроектований прилад не має значного збільшення терміну експлуатації, тобто термін експлуатації необхідний тільки для визначення економії витрат на експлуатацію, тому величина його може бути визначена на основі норм амортизації.

Сума річних амортизаційних відрахувань знаходиться за формулою:

$$A=(\Phi+C_d-O)/T_c, \quad (2.14)$$

де Φ - початкова вартість приладу, грн.; $\Phi=462.78$ грн;

C_d - вартість демонтажу; $C_d=10$ грн;

O - залишкова (ліквідаційна) вартість, грн; $O=57.1$ грн;

T_c -строк експлуатації приладу, років.

Практично сума амортизаційних відрахувань, яка повинна дорівнювати приведеній величині A , визначається за нормою амортизаційних відрахувань:

$$H=(A/\Phi) \cdot 100\%, \quad (2.15)$$

звідки

$$A=(\Phi \cdot H)/100\%. \quad (2.16)$$

Норма амортизації нараховується тільки з розрахунку на повне відновлення проектованого приладу.

Норма амортизації на капітальний ремонт в даний час не використовується.

Надалі H слід розуміти як норму амортизаційних відрахувань на повне відновлення проектованого приладу, %.

$$(\Phi+C_d-O)/T_c=\Phi \cdot H/100. \quad (2.17)$$

Значення терміну служби:

$$T_c = (100 \cdot [\Phi + C_d - O]) / (\Phi \cdot H). \quad (2.18)$$

Звідси одержимо:

$$T_c = 100/H + 100/H \cdot C_d/\Phi - 100/H \cdot O/\Phi. \quad (2.19)$$

Позначимо:

$$100/H = T_v, \quad (2.20)$$

де T_v - термін служби приладу, виходячи з терміну відновлення його початкової вартості (за рахунок амортизаційного фонду), без врахування капітальних ремонтів, років.

Тоді:

$$T_c = T_v + T_v \cdot C_d/\Phi - T_v \cdot O/\Phi. \quad (2.21)$$

В даному випадку вибирається норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення для "інших вимірювальних і регулюючих приладів і пристроїв": $H=25\%$.

Згідно формули (2.18) обчислюємо:

$$T_v = 100/25 = 4 \text{ років.}$$

Підставивши у (2.19) відповідні значення знаходимо:

$$T_c = 4 + 4 \cdot 10/462.78 - 4 \cdot 57.1/462.78 = 3.6 \text{ років.}$$

Визначення економічного ефекту в умовах експлуатації спроектованого приладу

Організаційно-економічні умови експлуатації описуються і для приладу-аналогу у прийнятій області застосування.

Знання організаційно-економічних умов експлуатації є необхідним для визначення складу економічних витрат, за рахунок яких можливе досягнення економічного ефекту.

Для цього необхідно:

а) мати чітку уяву про процес, в якому застосовується прилад (перервний чи неперервний, якими операціями і стадіями він характеризується, особливості протікання процесу і т. ін.);

б) знати виконувані функції і місце приладу у цьому процесі (в яких операціях – технологічних, контролюючих, транспортних, тощо, і на якій стадії беруть участь);

в) проаналізувати вплив приладу на економічну ефективність процесу.

Організаційно-економічні умови експлуатації:

- система працює перервному процесі, виконує збір інформації по температурі на трубопроводі гострої пари котлотурбінного агрегату, що зумовлює роботу приладу в умовах забрудненого повітря різного виду домішками.

- система котлотурбінного агрегату безпосередньо під час його експлуатації в технологічному процесі.

Останню обставину можна проілюструвати на наступному прикладі. Якщо виробничий процес неперервний, використання в ньому приладів пов'язане не тільки з витратами на ремонт цих приладів, але й з утриманням підмінного фонду приладів для забезпечення неперервності процесу.

Час ремонту приладу в цьому випадку впливатиме на величину підмінного фонду (чим більше триває ремонт, тим більше необхідно приладів, що замінюються).

Для перервного процесу простою приладу у ремонті можуть знижувати ефективний фонд робочого часу процесу, а значить, знижувати його продуктивність.

Тоді для підтримання продуктивності на попередньому рівні необхідними є певні заходи, здійснення яких, як правило, тягне за собою додаткові витрати. Очевидно, що склад витрат в обох випадках буде різним [23].

Оскільки прилад проектувався для підвищення продуктивності в порівнянні з приладом-аналогом, то визначення річного економічного ефекту будемо проводити при збільшенні продуктивності спроектованого приладу.

Продуктивність приладу – це кількість робочих дій, які можна виконати з допомогою даного приладу в одиницю часу.

При цьому входять всі затрати, які пов'язані з виконанням цієї робочої дії від початку до одержання остаточного результату.

Річний економічний ефект у результаті збільшення продуктивності спроектованого приладу визначається за формулою:

$$E_{e.p} = E_{z.p} + E_{a.p} + E_{r.p} + E_{en.p} + E_{y.p}, \quad (2.22)$$

де $E_{z.p}$ - річний економічний ефект від економії зарплати;

$E_{a.p}$ - річний економічний ефект за амортизацією;

$E_{r.p}$ - річний економічний ефект за ремонтами;

$E_{en.p}$ - річний економічний ефект за енергією;

$E_{y.p}$ - річний економічний ефект за умовно-постійними витратами.

Продуктивність, тобто кількість вказаних дій за рік, складає:

$$П1 = \Phi_d / T_1, \quad (2.23)$$

$$П2 = \Phi_d / T_2, \quad (2.24)$$

де T_1 , T_2 - час дії приладу-аналога і проектованого пристрою відповідно, сек: $T_1=0.0005$ сек, $T_2=0.0003$ сек;

Φ_d - дійсний річний фонд робочого часу, протягом якого виконуються вказані дії, сек; $\Phi_d=30000$ сек.

Такий дійсний річний фонд робочого часу обумовлений тим, що для зняття вібраційних характеристик потрібно малий проміжок часу – близько 20 - 30 хвилин, а діагностику потрібно проводити біля 2ох разів на місяць.

Підставивши значення, отримаємо:

$$\Pi_1=30000/0.0005 =60000000 \text{ од};$$

$$\Pi_2=30000/0.0003 =100000000 \text{ од}.$$

Річний економічний ефект від економії зарплати:

$$E_{z.p}=(T_1 \cdot C_{\Gamma}/3600-T_2 \cdot C_{\Gamma}/3600) \cdot (1-K_3) \cdot \Pi_2, \quad (2.25)$$

де C_{Γ} - годинні ставки операторів, які зайняті в технологічних операціях, грн; $C_{\Gamma}=1.15$;

K_3 - коефіцієнт доплат і нарахувань органам соціального страхування, $K_3=0.375$.

Отримаємо:

$$E_{z.p}=(0.0005 \cdot 1.15/3600-0.0003 \cdot 1.15/3600) \cdot (1-0.375) \cdot 100000000 = 4 \text{ грн}.$$

Річний економічний ефект за амортизацією:

$$E_{a.p}=(K_1/\Pi_1-K_2/\Pi_2) \cdot N_{\text{в}} \cdot \Pi_2/100, \quad (2.26)$$

де K_1 , K_2 - вартість системи, в якій використано аналог і проектований прилад:

$K_1=800$ грн, $K_2=462.78$ грн;

$$E_{a.p}=(800/60000000-462.78/100000000)\cdot 100000000\cdot 15/100=130.59 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект за ремонтами:

$$E_{r.p}=(C_{p.cer_1}/\Pi_1-C_{p.cer_2}/\Pi_2)\cdot \Pi_2, \quad (2.27)$$

де $C_{p.cer_1}$, $C_{p.cer_2}$ - середньорічні витрати на ремонт, відповідно, приладу-аналога і проектованого приладу, грн.

Дані витрати визначаються згідно графіка в залежності від терміну служби приладу.

$$C_{p.cer}=\Sigma C_{p.j}/T_c, \quad (2.28)$$

де $\Sigma C_{p.j}$ - ціна ремонтів даного приладу за весь період експлуатації, грн.

Звідси:

$$C_{p.cer_1}=2500/4=625 \text{ грн;}$$

$$C_{p.cer_2}=2000/7=285.71 \text{ грн.}$$

Підставивши в формулу (2.25) числові значення, отримаємо:

$$E_{r.p}=(625/60000000-285.71/100000000)\cdot 100000000=755.96 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект за енергією:

$$E_{en.p}=(T_1\cdot M_1/3600-T_2\cdot M_2/3600)\cdot a\cdot \Pi_2, \quad (2.29)$$

де M_1, M_2 - потужність, яка споживається в технологічному процесі, де використано прилад-аналог і спроектований прилад, кВт: $M_1=0.02\text{кВт}$, $M_2=0.015\text{кВт}$; a - тариф за $1\text{кВт}\cdot\text{год}$, грн.: $a=0.2\text{грн}$.

Звідси:

$$E_{\text{ен.р}}=(0.0005\cdot 0.02/3600 - 0.0003\cdot 0.015/3600)\cdot 0.2\cdot 100000000=0.031 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект за умовно-постійними витратами:

$$E_{\text{у.р}}=(P_{\text{у}}/П_1 - P_{\text{у}}/П_2)\cdot П_2, (5.30)$$

де $P_{\text{у}}$ - річна сума умовно-постійних витрат, грн; $P_{\text{у}}=55\text{грн}$

$$E_{\text{у.р}}=(55/60000000 - 55/100000000)\cdot 9000000=36.67 \text{ грн.}$$

Просумувавши відповідні значення отримаємо

$$E_{\text{е.р}}= 4+130.59+755.96+0.031+36.67=927.26 \text{ грн.}$$

Тоді загальний економічний ефект обчислимо відповідно до формули:

$$E_{\text{з}} = E_{\text{е.р}}+E_{\text{в}}$$

де $E_{\text{в}}$ – економічний ефект в умовах виробництва.

Отже загальний економічний ефект буде наступним:

$$E_{\text{з}} = 927.26+417.22 = 1344.48 \text{ грн.}$$

Наведені вище розрахунки підтверджують доцільність застосування приладу в процесі діагностування як з технічної так і з економічної точок зору.

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Особлива увага буде приділена підвищенню надійності обладнання. Питання надійності дуже широке і охоплює всі етапи розробки та проектування електронних пристроїв, оскільки будова схеми, вибір якої є одним з основних шляхів підвищення їх надійності.

У разі довільної системи (обладнання, виріб) тривалість експлуатації визначається інтервалом, на якому вона виконує покладені функції і не може їх виконувати з внутрішніх причин.

Концепція надійності вимагала оцінки рівня довіри до системи та здатності працювати з якістю необхідного часу.

Пошкодження електронного обладнання є випадковим і спричинене різними факторами, які важко врахувати: вологість, температура навколишнього середовища, вібрація, недосконалість технологічного процесу, неоднорідність матеріалу тощо.

Оскільки ступінь впливу цих факторів та їх появу можна передбачити лише в ході операцій з певною ймовірністю, математичний апарат теорії ймовірностей використовується в надійній теорії.

Чисельний характер випадковості події - це ймовірність. Завдяки надійності пристроїв, його основним кількісним критерієм є ймовірність відмови $C(T)$ операції для даного інтервалу часу.

Надійність - це складна особливість, яка поєднує в собі надійність, стабільність та послідовність [13].

Однією з причин надійності системи є відсутність схемних рішень для неправильного підбору елементів.

Ці причини викладаються на етапі проектування, тому важливо оцінити надійність системи під час їх проектування.

Завданням розрахунку надійності обладнання є визначення характеристик, що характеризують їх надійність і стійкість.

Загалом, розрахунок повинен складатися з наступних етапів:

- визначення структури несправності обладнання, критеріїв помилок, типів та розрахункових показників надійності;
- встановлення структурної (логічної) схеми, заснованої на системі для аналізу роботи системи, обліку скорочень, відновлення та моніторингу роботи елементів;
- вибір надійних методів розрахунку на основі прийнятих моделей для визначення операцій та реабілітаційних процесів;
- отримати загальну математичну модель, яка пов'язує критерії надійності з характеристиками надійності елементів;
- відбір на основі показників надійності інформації;
- розрахунок та аналіз.

Склад перерахованих етапів у значній мірі залежить від вибраних критеріїв відмов та показників надійності, що розраховуються.

Розробка технічних засобів визначає такі параметри надійності, як середній час помилки та ймовірність відмови взагалі протягом зазначеного часу [14].

Система управління в цілому повинна визначати наявність та час простою системи.

Для багатофункціональних систем достатньо проаналізувати надійність основного напрямку [13].

Критерії надійності елементів слід вибирати з паспортних даних або довідників [15].

Відповідно до Керівних принципів випускного проектування [12] доцільно розрахувати надійність одного з основних робочих блоків.

З одного боку, цей момент не надто складний.

З іншого боку, ця окрема точка легко ізолюється від усієї системи і повинна мати повні характеристики, функції та особливості пакету.

На основі аналого-цифрового перетворювача вибирається більш детальна модель (VNBDZ), і модель слід вважати пристроєм.

Імовірність безвідмовної роботи є функцією тонни часу, і загалом вона створює значні труднощі при її визначенні для будь-якого інтервалу часу.

Однак для складного обладнання, що містить безліч різних елементів, зазвичай достатньо знати середнє значення часу між помилкою T_0 , яке визначається як середнє значення змінної часу з інтервалом між сусідніми помилками, тобто часом і помилкою. і знаючи його результати:

$$T_0 = \frac{\tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_n}{n}. \quad (3.1)$$

При можливості застосування цього критерію надійності часто користуються зворотньою величиною:

$$\lambda = \frac{1}{T_0}. \quad (3.2)$$

Вона називається інтенсивністю відмови і характеризує середню кількість відмов в одиницю часу.

Для системи, що розробляється, основними видами відмов слід вважати ті, які найбільш характерні для таких схем:

- відмови типу “неспрацювання” при надходженні одного з керуючих сигналів;
- відмови типу “хибне спрацювання” при відсутності активних рівнів керуючих сигналів.

Інтенсивності відмов елементів в нормальних умовах їх функціонування визначаються за спеціальними таблицями характеристик.

При розрахунку надійності пристрою в цілому, найчастіше розглядають випадок, коли окремі елементи, ланки і каскади структурної (логічної) схеми для виконання своїх функцій включаються послідовно з частковим коректуванням шляхів передачі сигналів.

У цьому випадку структурна (логічна) схема, заснована на аналізі роботи АЦП і не містить запасних елементів.

Таким чином, якщо припустити, що статистична незалежність та помилки елементів, що впливають на роботу АПЦ, є випадковими, загальна ймовірність помилки визначається вираженням думки:

$$P_{заг}(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t). \quad (3.3)$$

Відповідно,

$$\lambda_{заг} = \sum_{i=1}^n \lambda_i, \quad (3.4)$$

де P_i – ймовірність безвідмовної роботи окремих елементів, ланок, каскадів;

λ_i – інтенсивність їх відмови.

Врахувати вплив різних факторів на надійність радіоапаратури, таких як електричний режим, навколишня температура, вологість, механічні навантаження, тощо, можна з більшою або меншою степінню точності.

Наближений, але найсприятливіший для практичного застосування метод полягає в застосуванні поправочних коефіцієнтів:

$$\lambda_i = \lambda_{ном} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \dots \cdot k_m, \quad (3.5)$$

де $\lambda_{ном}$ – номінальне (паспортне) значення для нормальних (номінальних) умов роботи;

k_1 – поправочні коефіцієнти на m -тий дестабілізуючий фактор

- k_T – температурний поправочний коефіцієнт (T – від $+20$ до $+70$ °C);

- k_d і $k_{\text{вол}}$ – поправочні коефіцієнти умов експлуатації, відповідно, на вібрацію і вологість (для приміщення з нормальними умовами);
- k_n – поправочний коефіцієнт навантаження (номінальне навантаження);
- $k_{\text{рез}}$ – поправочний коефіцієнт інтенсивності відмови резервних елементів;
- $k_{\text{я}}$, k_o – поправочний коефіцієнт, відповідно, на якість виготовлення і кваліфікацію обслуговування (середнє).

Розрахунок очікуваної надійності апаратури ведеться за наступною методикою:

- складається структурна (логічна) схема пристрою і визначаються елементи, відмова яких призводить до відмови усього пристрою;
- складається таблиця умов і режимів роботи елементів і визначається їх результуюча інтенсивність відмови;
- визначається сумарна інтенсивність λ_{Σ} відмови пристрою.

За отриманим значенням λ_{Σ} сумарної інтенсивності відмови пристрою, обчислюємо середнє напрацювання на відмову T_0 :

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{10,197} \cdot 10^6 = 98068,59 \text{ год.}$$

Далі наведено формулу для заданого часу безвідмовної роботи при вказаній ймовірності безвідмовності (звичайно 0,95) і визначено час безвідмовної роботи, год:

$$t_{\text{без}} = \frac{0,051}{\lambda_{\Sigma}}. \quad (3.6)$$

Отже, згідно даних таблиці 3.1, та за формулою (3.6),

$$t_{без} = \frac{0,051}{10,197} \cdot 10^6 = 5001,5 \text{ год.}$$

Якість обладнання визначається можливістю та швидкістю ремонту.

У цьому випадку ймовірність безвідмовної роботи в межах зазначеного інтервалу часу визначається за формулою:

$$P(t) = \frac{\frac{I}{\lambda_{\Sigma}}}{T_p + \frac{I}{\lambda_{\Sigma}}} \cdot e^{-t \cdot \lambda_{\Sigma}}, \quad (3.7)$$

де T_p – середній час ремонту апаратури.

Приймаючи $T_p = 24$ год і підставивши у формулу (3.7), отримують часову залежність ймовірності безвідмовної роботи пристрою (див. рисунок 3.1).

Для визначення ймовірності виникнення відмов маємо:

$$Q(t) = 1 - P(t); \quad (3.8)$$

Розраховані значення включені до рівняння (3.8), яке замінює рівняння (3.7), яке показує графік ймовірності втрат з часом (рис. 3.2).

Показники надійності, розраховані у ВВП, відповідають критеріям загальних організаційних вимог системи. Однак, з точки зору теорії надійності та технічної діагностики, це значення відповідає меті операції.

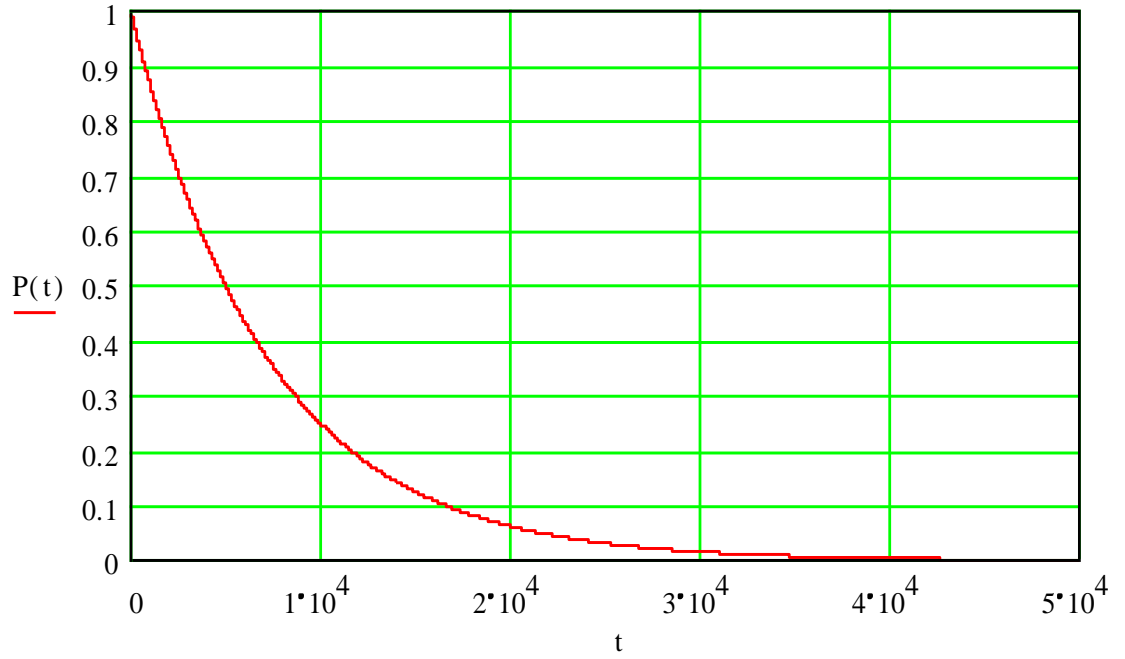


Рисунок 3.1 – Ймовірність безвідмовної роботи пристрою

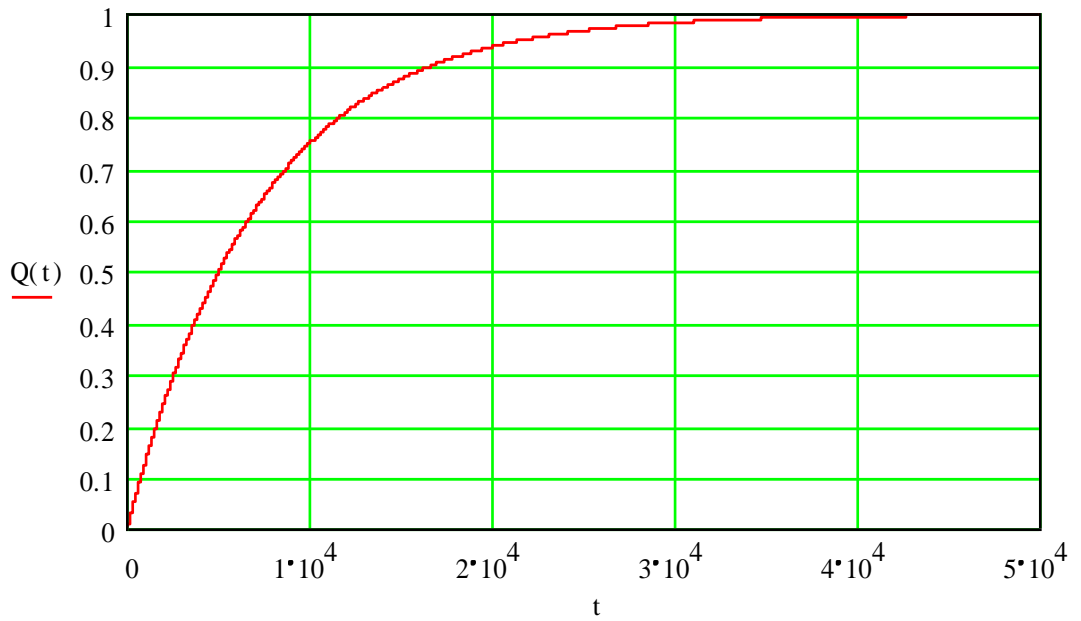


Рисунок 3.2 – Ймовірність відмови пристрою

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Аналіз принципової теплової схеми блоку потужністю 200 МВт

Щоб зрозуміти роль теплової ТЕС автоматизації в роботі електростанції, основна тепла схема установки показана в кресленні.

Котел забезпечується 14 живильною водою шляхом перекачування через регулюючий клапан 16.

Паливо (вугільний пил, газ, паливо, різні види палива) передається в піч котла за допомогою приводу паливозовиновича.3 Вентилятор 4 Повітряний кВ і димовідвід 5 Всмоктування продуктів згоряння кг димових газів.

Залежно від паропроодуктивності та тиску перегрітої пари пристрої для збору палива, вентилятори, димові насоси та насоси подачі можуть встановлюватися автоматично або дистанційно.

випаровування води, що утворюється в частині 1 парового котла, доводиться до температури шару у верхній частині 2; Максимальна температура близька до значення, встановленого автоматичним регулятором.

Потім перегріта пара надходить у секцію потоку турбіни, а теплоносій у регулюючому клапані 6 7 - перетворює перегріту воду в механічну енергію парової турбіни та генератора 8

Ротор повинен обертатися з постійною швидкістю, незалежно від електричного навантаження генератора, щоб забезпечити постійну частоту струму.

Виконує мистецтво постійного уповільнення (автоматична система управління турбіною).

Димовий газ турбіни потрапляє в конденсатор 9, який охолоджується і розміщується разом на поверхні трубної системи, насос циркулює вхідну охолоджуючу воду 10.

Рівень конденсату в конденсаті волосся повинен бути постійним, незалежно від кількості пари, яку він пропускає

Цю роботу виконує автоматичний регулятор рівня в конденсаті, який впливає на подачу конденсатного насоса.

Потім конденсат турбіни перекачується через систему з 11 нагрівачів низького тиску (CRC) 12 та змішувальний нагрівач, детектор 13.

Конденсат продавця змішується з хімічно очищеною водою та сіллю. о.І, який подають, щоб компенсувати втрати, і доводять до насиченої (киплячої) температури, в цей час розчинений кисень O₂ у воді видаляється.

Тільки якщо рівень води у резервуарі для води та рівень води є постійними, можна використовувати нормальну роботу порту та подаючого насоса 11, встановленого за ним.

Він забезпечує автоматичні регулятори тиску та рівня дизеля, що впливають на швидкість потоку теплової пари та води, що обробляється хімічним способом, відповідно.

Вода з дизельної станції перекачується через живильний насос 14 через систему нагрівачів високого тиску (HRC) 15 і надходить у випарну секцію економного зерна та котла.

Споживання води регулюється автоматичним регулятором енергії. В цей час технологічний цикл перетворення в електроенергію закривається, і вищевказаний процес повторюється.

Окрім електроенергії та тепла, теплова електростанція оснащена 17 редуційними та охолоджувальними установками для зберігання теплової та промислової пари на ТЕЦ.

Регулярне технічне обслуговування насоса високого тиску. р і температурний наконечник, в цьому випадку пара складається з автоматичного регулятора тиску та температури, який діє для зволоження води та зміни швидкості потоку охолоджуючої води.

4.2 Розробка структурної схеми збору, обробки та передачі інформації по найважливіших технологічних параметрах на проміжку котел – турбіна

Для цього на кресленні №2 схематично зображені котел, турбіна і трубопровід, на якому контролюються показники параметрів перегрітої пари.

На схемі показаний котел, турбіна і трубопровід гострої пари, на якому і відбувається збір інформації.

На трубопроводі вказано чотири точки найважливіших технологічних параметрів, а саме температура на виході з котла T_1 , температура на вході в турбіну T_2 , тиск P і витрата Q .

Дальше вказані первинні перетворювачі ПП по температурі – термопара, по тиску – дифманометр та витраті – витратомір.

Вихідні сигнали надходять на інтелектуальний датчик, яким є АЦПАДu824.

Пристрій є універсальним тому на вході зібрано сигнали із вказаних вищедавачів.

Мікроконвертор ADu824 обробляє отриманий сигнал і перетворює його до форми придатної для надходження в комп'ютер та мережу для передачі на велику відстань на головний термінал “ЗАХІДЕНЕРГО” в місті Львові.

Для цього до АЦП підключається формувач протоколу зв'язку з ЕОМ на схемі RS232, а також CAN – шина для виведення даних безпосередньо із АЦП в мережу

Схема показує загальний вигляд системи збору інформації, для наочного представлення вирішення проблеми.

4.3 Вивчення будови та принципу роботи АЦП ADuC824

ADu824 є виробом з найвищим вирішенням із сімейства MicroConverter. Його аналогова частина складається з 2 роздільних $\Sigma\Delta$ АЦП із гнучкою схемою мультиплексування двох вхідних диференціальних каналів, як показано на функціональній блок-схемі креслення №3.

Основний канал АЦП складається з 24-розрядного $\Sigma\Delta$ перетворювача, що дає відношення сигнал/шум краще 16 розрядів.

Даний канал також включає у свій склад підсилювач із програмувальним коефіцієнтом підсилення.

Це дозволяє виконувати безпосереднє перетворення сигналів низького рівня з таких датчиків як термопари, терморезистори, тензодатчики і т.д. З метою визначення цілісності зовнішнього ланцюга можна використовувати два контрольних джерела струму, пропускаючи їхній дуже малий струм через зовнішній ланцюг, включаючи датчики.

Основний канал АЦП можна мультиплексувати на обробку сигналів з обох диференціальних входів, а другий диференціальний вхід можна перенаправляти на додатковий канал АЦП, що є 16-розрядним $\Sigma\Delta$ перетворювачем з відношенням сигнал/шум краще 14 розрядів.

Допоміжний канал також можна використовувати для зчитування температури з убудованого датчика.

Два джерела струму по 200 мкА I_{EXC1} та I_{EXC2} можна використовувати для підключення таких датчиків, які мають сигнал мГн.

Як АЦП так і ЦАП можуть працювати від внутрішнього джерела опорної напруги по забороненій зоні 2.5V чи від зовнішнього.

Основні робочі специфікації ІС ADu824 приводяться далі. Дані специфікації відносяться до основного каналу АЦП.

Винятково низьке розсіювання потужності пристроєм можна одержати в вузькополосних додатках, установлюючи ІС у режим мікроспоживання (powerdown) протягом тривалого інтервалу часу.

Пристрій одержує свою тактову частоту 12 МГц, використовуючи внутрішній ФАПЧ, з 32 КГц годинного кварцового резонатора.

У режимі мікроспоживання робота ФАПЧ на генерацію 12 МГц забороняється, але резонатор 32 КГц продовжує працювати, керуючи лічильником тимчасових інтервалів, що може бути встановлений на «пробудження» пристрою відповідно до заданого тимчасового інтервалу. ADu824 можна також сконфігурувати «на пробудження» по одержанню зовнішнього переривання.

В таблиці 4.1 наведено основні специфікації АЦП.

Таблиця 4.1 - Основні параметри мікроконвертора ADuC824

НАЙМЕНУВАННЯ ПАРАМЕТРА		ЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРА
Кількість виводів, тип корпусу та розміри		52, MQFP, 14x14 мм
Кількість АЦП		2 (Σ - Δ)
Кількість вхідних каналів АЦП		2
Розрядність АЦП	основного	24
	допоміжного	16
Максимальна частота перетворення		105 Гц
Кількість ЦАП		1
Розрядність ЦАП		12
Час встановлення вихідної напруги, мкс		15
Диференційна нелінійність, ЕМР		± 1
Контролер		
Максимальне генерування, MIPS		1
Максимальна тактова частота, МГц		1258
Частота зовнішнього кварцового резонатора, Гц		32768
Схема ФАПЧ		•
Об'єм флеш - пам'яті програм, кбайт		8
Об'єм флеш- пам'яті даних, байт		640
Об'єм RAM - пам'яті даних, байт		256

4.4 Під'єднання давача температури до мікроконвертора ADuC824 та передача інформації за допомогою протоколу RS232

ADuC824 так само підтримує режим розширеної зовнішньої емуляції. Для реалізації режиму немає необхідності вбудовувати в прикладну плату спеціальну апаратуру, оскільки ці емулятори є пристроями "перехідного типу", тобто вони замінюють ІС на прикладній платі на пристрій - випробовувач.

І в цьому випадку, єдиною апаратною проблемою є наявність достатнього місця для розміщення переходника-емюлятора в корпусі прикладної системи.

Схема типової системи на основі ADuC824 показана на кресленні №4. Вона відбиває апаратні особливості, обговорені в попередніх розділах.

На малюнку показана схема типового додатка на ADuC824 для виконання аналогового виміру, а саме - інтерфейс до термодатчика.

Показана схема включення датчика звичайно називається схемою 4-провідного підключення ТХА.

Зовнішня диференціальна опорна напруга створюється струмом, що протікає через резистор R1.

Цей же струм протікає безпосередньо через ТХА, на якому створюється диференціальна напруга, пропорційна температурі.

Ця диференціальна напруга подається безпосередньо на позитивний і негативний входи основного АЦП (AIN1 і AIN2 відповідно).

Другий зовнішній резистор, R2, використовується для гарантії того, щоб абсолютна величина аналогової напруги на негативному вході не стала нижче граничного значення, специфікованого для ADuC824, тобто, AGND+100mV.

Слід зазначити, що зміни струму порушення не роблять впливу на точність виміру, так як вхідна напруга з R1 і опорна напруга на R2 міняються від струму порушення пропорційно.

У той же час, резистор R1 повинний мати низький ТК для того, щоб уникнути температурної залежності опорної напруги і зв'язаної з нею помилкою.

ADuCB24 так само підтримує режим розширеної зовнішньої емуляції. Для реалізації режиму немає необхідності вбудовувати в прикладну плату спеціальну апаратуру, оскільки ці емулятори є пристроями "перехідного типу", тобто вони замінюють ІС на прикладній платі на пристрій - випробовувач.

І в цьому випадку, єдиною апаратною проблемою є наявність достатнього місця для розміщення переходника-емюлятора в корпусі прикладної системи.

Схема типової системи на основі ADuCS24 показана на креслені №4. Вона відбиває апаратні особливості, обговорені в попередніх розділах.

На малюнку показана схема типового додатка на AduC824 для виконання аналогового виміру, а саме - інтерфейс до термопарі.

Показана схема включення давача звичайно називається схемою 4-провідного підключення ТХА.

Зовнішня диференціальна опорна напруга створюється струмом, що протікає через резистор R1.

Цей же струм протікає безпосередньо через ТХА, на якому створюється диференціальна напруга, пропорційна температурі.

Ця диференціальна напруга подається безпосередньо на позитивний і негативний входи основного АЦП (AIN1 і AIN2 відповідно).

Другий зовнішній резистор, R2, використовується для гарантії того, щоб абсолютна величина аналогової напруги на негативному вході не стала нижче граничного значення, специфікованого для ADuCB24, тобто, AGND+100mV.

Слід зазначити, що зміни струму порушення не роблять впливу на точність виміру, так, як вхідна напруга з R1 і опорна напруга на R2 міняються від струму порушення пропорційно.

У той же час, резистор R1 повинний мати низький ТК для того, щоб уникнути температурної залежності опорної напруги і зв'язаної з нею помилкою.

4.5 Під'єднання мікроконвертора до мережі за допомогою CAN-контролера

4.5.1 CAN – стандарти

Народившись у надрах автомобілебудівної індустрії всередині 80-х років минулого століття, CAN-технологія стрімко проникає в усі області діяльності людини. Сьогодні сфери застосування CAN-технологій: транспорт, системи промислової автоматики, робототехніка, медицина, авіація, морський транспорт і навіть космічні станції і супутники.

У CAN-мережі кожен вузол приймає всі передані повідомлення і за допомогою програмного чи апаратного фільтра визначає чи призначене для нього передане повідомлення.

У такий спосіб досягається інформаційна маршрутизація. У CAN-мережі немає ніякої спеціальної інформації щодо конфігурації системи.

Тому до CAN-мережі можна додавати нові вузли без зміни програмного забезпечення й апаратних засобів будь – якого існуючого в системі вузла.

Зміст повідомлення визначається ідентифікатором, що вказує на адресу, а описує дані, що дозволяє усім вузлам в мережі вирішити, як реагувати на дане повідомлення. 11-розрядний (2.0 Part A) чи 29-розрядний (Part V) ідентифікатор визначає також пріоритет повідомлення у відношенні доступу до шини, що для високопріоритетних повідомлень гарантує малий час чекання доступу до шини навіть у випадку високої її завантаженості.

У CAN-мережі можна передавати від 2^{11} (11-розрядний ідентифікатор) до 2^{29} (29-розрядний) різних повідомлень.

Максимальна швидкість передачі даних по CAN-шині складає 1 Мбіт/с, що забезпечує швидкість передачі повідомлень порядку 7200 восьмибайтових повідомлень в секунду.

Одна з найбільш важливих особливостей CAN-протоколу – наявність механізмів виявлення помилок, що приводить у кінцевому результаті до зниження ймовірності появи невиявлених помилок.

У CAN-протоколі передбачено кілька механізмів виявлення помилок і блокування “ушкоджених вузлів” для запобігання виходу з ладу усієї системи.

Однак, незважаючи на складність і досконалість CAN-протоколу, він описує взаємодію тільки на каналному рівні.

Виходячи з різноманіття областей застосування його, почали розроблятися високорівневі протоколи.

І сьогодні взаємодія в більшості мереж на базі CAN-шини розробляється на основі високорівневих протоколів, поширенням яких займається кілька міжнародних організацій.

4.5.2 Підключення мікроконвертора до CAN-шини

Оскільки ADuC824 не має у своєму складі вбудованого CAN-контролера, відповідно до рекомендованої структурної схеми CAN-вузла (креслення №6) для реалізації CAN-протоколу необхідний автономний CAN-контролер.

Таким контролером є SJA1000 фірми Philips, що цілком відповідає вимогам специфікації CAN Specification 2.0 Part A/V.

Автономний CAN-контролер SJA1000 працює від одного джерела живлення напругою 5 В і підтримує максимальну швидкість передачі 1 Мбіт/с.

Струм споживання в робочому режимі складає 15 мА (при тактовій частоті 24 МГц), у “сплячому” режимі (sleep) роботи струм споживання 40 мкА.

Максимально припустима електростатична напруга на виходах мікросхеми складає 1500 В. Мікросхеми SJA1000 випускаються у корпусах типу DIP28 і SO28 і призначені для роботи в діапазоні температур від –40 до 125 °С. Класичним прийомопередавачем, цілком відповідним стандарту ISO 11898, є прийомопередавач PCA82C250 фірми Philips.

PCA82C250 перетворює рівні сигнали CAN-контролера в рівні сигнали CAN-шини і, крім того має й інші функціональні можливості

- забезпечує регулювання швидкості наростання вихідного сигналу за рахунок зміни вхідного струму одного з входів мікросхеми
- у PCA82C250 передбачений захист від перегріву корпусу
- у PCA82C250 є вбудована схема обмеження вихідного струму, що оберігає мікросхему від ушкодження при замиканні ланцюгів CAN H і CAN L з ланцюгами живлення.
- у PCA82C250 реалізований режим зниженого енергоспоживання, у якому приймач у випадку появи інформаційних сигналів на шині сигналізує про це CAN-контролеру, що переключає PCA82C250 у нормальний режим роботи.

У зв'язку з тим, що в прийомопередавачу PCA82C250 є можливість регулювати швидкість наростання вихідного сигналу, він є універсальним прийомопередавачем і може використовуватись як у швидкісній CAN-мережі зі швидкістю передачі 1 Мбіт/с, так і при низьких швидкостях передачі даних у випадку, якщо потрібно знизити побічне електромагнітне випромінювання.

4.5.3 Схема підключення, кодування даних і рівні напруг в лініях CAN-шини

При необхідності передавати дані на великі відстані рекомендується використовувати вузли – ретранслятори.

Фізичне середовище передачі даних чітко не обумовлюється і може бути будь-яке: витюю парою, оптоволоконним кабелем, інфрачервоним каналом чи радіоканалом зв'язку, силовою лінією зв'язку та ін.

При передачі даних по CAN-шині використовується послідовнаасинхронна передача NRZ (Non-Return-to-Zero) кодування. Число можливих вузлів не обмежено.

На кресленні №6 приведена схема підключення , спосіб кодування даних і рівні напруг на лініях CAN-шини у випадку використання , як фізичне середовище передачі даних, двопровідної лінії зв'язку.

На шині допускається всього два рівні логічної “1” чи рецесивний (recessive) рівень і логічного “0” чи домінантний (dominant) рівень.

Величини напруг домінантного і рецесивного рівня приведені на кресленні №6.

Якщо по CAN-шині немає передачі даних, рівень напруги відповідає рецесивному рівню.

Диференціальні приймачі сприймають стан шини як рецесивний , якщо

$$V_{\text{can H}} - V_{\text{can L}} < 0.5$$

В і як домінантний рівень, якщо

$$V_{\text{can H}} - V_{\text{can L}} > 0.9 \text{ В.}$$

На шині не відбувається конфліктів, якщо кілька пристроїв одночасно встановили різні логічні рівні.

На шині в цьому випадку встановлюється домінантний рівень, що забезпечує можливість неруйнуючого арбітражу.

CAN-інтерфейс, що за рахунок витонченого логічного протоколу має надзвичайно високу завадостійкість і надійність, що практично виключає помилки керування (ймовірність невиявленої помилки – 47×10^{11}), ідеальний вибір для застосування в системах з вилученими пристроями збору даних і керування.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

В даній магістерській роботі було розроблено інформаційно-вимірювальна система збору, обробки та передачі інформації по вимірюванню температури на ділянці трубопроводу між котлом і турбіною.

Система являє собою ділянку трубопроводу між котлом і турбіною на Бурштинській ТЕС.

В роботі була розроблена система автоматизованого збору та обробки інформації за допомогою введення нових технологій і заміни громізких вузлів на більш простіші і економічніші. Вибрані давачі, обґрунтовані їх параметри і характеристики. Наведено структурну схему, систему передачі даних на ЕОМ і в мережу, система автоматичного збору, обробки і передачі інформації; вибрав комплекс технічних засобів на базі серійних приладів; і провів оцінку надійності системи передачі даних що розроблялась.

Час безвідмовної роботи системи при вказаній ймовірності безвідмовності (звичайно 0,95) рівний 5001,5 годин.

Впровадження розробленої системи дозволить точніше і ефективніше вимірювати температуру (тиск, витрату і т.д.). Впровадження даної системи у виробництво для ефективного управління і регулювання процесами автоматизації.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

Охорона праці розв'язує проблеми, пов'язані з забезпеченням здорових та безпечних умов праці і відповідних їм соціально-економічних, організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів.

Завдання охорони праці полягає в тому, щоб звести до мінімуму ймовірність ураження або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю певних небезпек та шкідливостей.

Значення безпеки життєдіяльності визначається тим, що вона направлена на вирішення важливого соціального питання – збереження здоров'я людей.

Покращення умов праці, підвищення її безпеки та нешкідливості має велике екологічне значення.

Воно впливає на економічні результати виробництва – на продуктивність праці, якість, собівартість виготовленої продукції.

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

В ряді підприємств виділяються пари, гази, аерозолі, які по своїй дії на організм людини мають задушливі (окис вуглецю, синильна кислота), подразнюючі (фтористий водень, сірководень, сірчаний газ), наркотичні (бензол, сірководень), отруйні (фосфор, ртуть) властивості.

Крім гігієнічних, до повітряного середовища приміщень висуваються вимоги, продиктовані технологічним процесом. Тому вентиляція повинна забезпечувати не тільки санітарно-гігієнічні вимоги до приміщень, а й вимоги до повітряного середовища.

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

Охорона праці виявляє та вивчає можливі причини виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів та вимог з метою усунення цих причин та створення безпечних і сприятливих для людини умов праці [1].

Вона повинна захищати робітників від дії шкідливих та небезпечних виробничих факторів, забезпечувати найбільш сприятливі умови праці, які сприяють підвищенню продуктивності праці.

5.2 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Від умов праці у великій мірі залежить здоров'я і працездатність людини, її відношення до праці і результати праці.

При несприятливих умовах різко знижується продуктивність праці і складаються передумови для виникнення травм і професійних захворювань.

Основною потенційною небезпекою при експлуатації автоматизованої системи на ТЕС є електрична енергія, якою живляться прилади і пристрої, висока температура, вібрація.

Системи кондиціонування і вентиляції повітря роблять великий вплив на ефективність виробництва, підвищуючи продуктивність праці і знижуючи відсоток браку продукції, яка виготовляється.

В ряді підприємств різних галузей промисловості(точного машинобудування, напівпровідників і радіоелектроніки, синтетичного волокна) технологічний процес взагалі неможливий без вентиляції повітря.

Під час роботи з АСУ, яка знаходиться в одному цеху з турбіною і котлом можливі такі характерні шкідливі фактори:

- дотик людини до струмопровідних частин електрообладнання;
- дотик людини до гарячих частин трубопроводу, через який проходить пара з температурою близько 570°C
- шум і вібрація.

При замиканні на землю протікає струм та на поверхні з'являються потенціали, закон розподілу яких залежить від типу заземлення.

При замиканні на землю небезпечною для людини є напруга дотику та крокова напруга.

Персонал, який обслуговує систему повинен мати відповідну кваліфікацію, знати експлуатаційні інструкції та особливості обладнання. Для захисту від ураження електричним струмом здійснюється заземлення електроприладів дослідного стенду [17].

Для захисту від теплового ураження трубопровід покритий тепловою ізоляцією.

Крім того, існують певні шкідливі фактори, які виникають при роботі з ЕОМ та системою передачі і обробки інформації.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Аварійна вентиляція

Системи аварійної вентиляції передбачуються у виробничих приміщеннях, в яких можливе миттєве поступлення в повітря великих кількостей шкідливих і вибухонебезпечних речовин.

Виробничість аварійної вентиляції має визначатись технологами або встановлюватись за вимогами нормативних документів, які затверджені у встановленому порядку.

Потрібний повітрообмін має забезпечуватись комплексною роботою систем основної і аварійної вентиляції.

Якщо відсутні дані для розрахунку виробничості або вказівки про необхідний повітрообмін аварійної вентиляції, то виробничість сприймається в такому об'ємі, щоб разом з основною вентиляцією забезпечувати не менше восьми обмінів повітря в одну годину по повному внутрішньому об'єму приміщення.

В приміщеннях теплових електричних станцій з виробництвами категорій А, Б і Е вентиляція має забезпечувати восьмикратний аварійний повітрообмін в доповнення повітрообміну, який створюється системами основної вентиляції.

Якщо властивості пожежовибухових речовин, що переміщення їх вентиляторами не допустимі, то повинні передбачуватись системи аварійної вентиляції з допомогою ежекторів; для одноповерхових будівель, які мають аераційні ліхтарі, допускається робити системи притічної аварійної вентиляції, якщо при аварії в приміщення поступають пари і гази, які легші від повітря.

Якщо для аварійної вентиляції використовується одна основна система і виробничість її достатня для аварійного повітрообміну, то повинен бути встановлений резервний вентилятор з електродвигуном, який розрахований на аварійний повітрообмін.

Якщо виробничість цієї основної системи вентиляції менша потрібної для аварійного повітрообміну, то потрібно встановити резервний вентилятор з електродвигуном до основної системи і зробити систему аварійної вентиляції на додатковий повітрообмін.

Резервні вентилятори мають вмикатися автоматично при зупинці основних.

Вентиляційне обладнання систем, які обслуговують приміщення, в повітря яких виділяються вибухонебезпечні речовини, мають бути у

відповідному виконанні, яке забезпечує усунення іскроутворення при ударі або терті одних елементів до інших. В першу чергу ці вимоги відносяться до вентиляторів.

В залежності від рівня захисту від іскроутворення вентилятори поділяють на:

1. Вентилятори з підвищеним захистом від іскроутворення, в яких передбачені заходи і засоби, які затрудняють виникнення небезпечних іскор тільки в режимі їх нормальної роботи;

2. Вентилятори іскробезпечні, в яких передбачені засоби і заходи захисту від іскроутворення як при нормальному режимі роботи, так і при короткостроковому терті робочого колеса до корпусу вентилятора;

3. Вентилятори з рівнем захисту "підвищений захист від іскроутворення", які призначені для переміщення парогазоповітряних вибухонебезпечних сумішей першої і другої категорій, груп Т1, Т2, Е3, які не викликають прискореної корозії матеріалів проточної частини вентиляторів і не містять додаткового кисню, іржі, клейких речовин і волоконних матеріалів, при запиленості повітря, яке переміщується, до 10 мг/м^3 .

При виконанні нормальних умов експлуатації вентилятори з підвищеним захистом від іскроутворення призначені для обслуговування вибухонебезпечних зон приміщень класів В-1а і В-1б.

Вентилятори з рівнем іскрозахисту "іскробезпека" призначені для переміщення вибухонебезпечних парогазоповітряних сумішей всіх категорій і груп, які не викликають прискореної корозії матеріалів і покриттів проточної частини вентиляторів і які не містять клейких речовин і волоконних матеріалів, при запиленості до 10 мг/м^3 .

Вентилятори іскробезпечні призначені для обслуговування зон приміщень класів В-1, В-1а, В-1б.

Іскрозахищені вентилятори мають мати маркування з вказанням типу виконання по іскрозахисту: І1 – з підвищеним захистом від іскрозахисту; І2 –

іскробезпечні, покриті графітонаповненим поліетиленом; ІЗ – іскробезпечні, покриті графітонаповненим пінопластом [1].

5.2.2 Надзвичайні ситуації техногенного характеру

Зростання масштабів господарської діяльності і кількості великих промислових комплексів, концентрація на них агрегатів і установок великої і надвеликої потужності, використання у виробництві великих кількостей потенційно небезпечних речовин збільшує вірогідність виникнення техногенних аварій.

Надзвичайні ситуації техногенного походження загрожують людині, економіці і природному середовищу або здатні створити загрозу внаслідок імовірного вибуху, пожежі, затоплення або забруднення (зараження) навколишнього середовища.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру виникають на хімічно небезпечних об'єктах, радіаційно-небезпечних об'єктах, вибухо- та пожежонебезпечних об'єктах, а також гідродинамічно-небезпечних об'єктах..

5.2.3 Поглиблення протиріч та посилення небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій

На сучасному етапі характерною особливістю розвитку цивілізації являється зростання та посилення ризику її існування.

В повній відповідальності з законами діалектики, життя постійно висуває і продовжує ставити перед людством різні невідкладні проблеми. В окремі моменти розвитку виникає свого роду кумуляція і різке загострення протиріч між природою і суспільством, або всередині самого суспільства.

Вони призводять не тільки до воєнних, а й до соціальних конфліктів, великих промислових катастроф, ускладнення наслідків стихійних лих та інших надзвичайних ситуацій, що загрожують дестабілізацією або руйнуванням

соціальної системи і вимогою негайного реагування з боку вказаної системи. До найбільших жертв і руйнувань призводять національні, регіональні, глобальні воєнні і соціально-політичні конфлікти, в першу чергу світові війни. Підраховано, що за 5,5 тис. років на Землі відбулося близько 15 тис. війн і збройних конфліктів, в яких загинуло майже 3,5 млрд. чоловік. Людські втрати в першій світовій війні склали понад 10 млн. чоловік, в тому числі 100 тис. від застосування хімічної зброї (хлору), а загальний збиток знищених матеріальних цінностей — 30 млрд. доларів (в цінах того часу).

Атомні бомбардування японських міст Хіросіми і Нагасакі в кінці 2 світової війни привели до загибелі 102 тис. чоловік і опроміненню 385 тис, більшість з яких загинули через це в наступні роки, деякі через 10-20 років. Після другої світової війни відбулося 179 конфліктів, в тому числі 136 збройних в формі громадянських війн. В цілому економічний збиток від однотипної природної катастрофи в країнах, що розвиваються, оцінюється в 20-30 разів більше ніж в країнах членах Організації економічної співпраці і розвитку.

Різноманітність в деструктивній силі впливу стихійних лих на населення і економіку різних країн обумовлені, з одного боку, істотними природно-географічними факторами: оскільки основна частина держав «третього світу» розташована в тропічному поясі, для якого характерні часті тайфуни, урагани, сильні зливи з наслідками повенів, а також в сейсмічно активних зонах; з іншого — соціально-економічними факторами: щільністю населення, забудівель з недосконалою сейсмостійкістю, укріплення яких не по кишені багатьом жителям країн, що розвиваються, а в той же час робить їх найбільш уразливими до згубного впливу природних катастроф.

Втручаючись в природу і створюючи більш потужні інженерні комплекси, людство формує нову надзвичайно складну систему, включаючи техносферу, закономірності якої поки що не зовсім пізнані.

Руйнівну силу деяких технологічних катастроф можна порівняти з операціями воєнних конфліктів.

Декілька десятиріч назад, розглядаючи дилему про технологічний оптимізм і песимізм, відомий німецький філософ К. Ясперс застерігав від фетишизації технічного прогресу: Досконало очевидно, що в техніці закладені не тільки безмежні можливості, але і безмежна небезпека... У всіх тих випадках, коли техніка усуває технічну неблагонадійність, ця неблагонадійність може посилюватись.

Абсолютна технократія при цьому неможлива. Події останніх років показали виправданість даного попередження, знову нагадали людству, що науково-технічний прогрес не тільки сприяє підвищенню продуктивності праці, зростанню матеріального добробуту і інтелектуального потенціалу суспільства, але й викликає значні загрози.

Досить згадати аварії на АЕС «Три Майл Айленд» в США і Чорнобильської АЕС, на хімічних підприємствах в Бхопалі (Індія) і Базелі (Швейцарія), загибель космічного човника «Челеджер» і катастрофи під час вантажних перевезень небезпечних вантажів в Арзамасі, Іркутську і трагедію на нафтопродуктопроводі «Західна Сибір-Поволжя».

5.2.4 Характеристика і причини виникнення надзвичайних ситуацій

Всупереч розповсюдженій думці про те, що технічна цивілізація знизилася ризик, який пов'язаний з впливом на людину несприятливих природних процесів і явищ, аналіз емпіричного матеріалу за параметрами навколишнього середовища доводить, що сучасний світ залишається уразливим до надзвичайних ситуацій, які дестабілізують соціальні та економічні системи.

Теоретична база технологічного аналізу надзвичайних ситуацій показує, що необхідно розглядати історію розвитку взаємодії природи і суспільства та його внутрішніх суспільних відносин. Історія розвитку природи і розвитку людини невід'ємно пов'язані між собою (людина своєю плоттю та кров'ю належить природі, знаходиться в її середині і залежить від неї і законів її

розвитку) і обумовлюють один одного, але при цьому одночасно постійно виникають протиріччя.

Виходячи з означеної методологічної передумови можна виділити дві групи протиріч: між природою і суспільством та всередині суспільства (соціальні). лідок використання не екологічних (матеріало- і енергоємних, «багатовідхідних») технологій. Іншу сукупність протиріч створює система «технологія-суспільство», в межах якої відбувається зворотній вплив засобів виробництва на суспільство. Вплив техніки і технології на суспільство здійснюється безпосередньо через природне середовище. В цьому проявляється його «посередницька» функція як з'єднуючого ланцюга між природою і суспільством.

Прямий і безпосередній вплив техніки і технології на суспільство являє собою форму зворотного зв'язку в системі «суспільство-техніка-природа». Порушення нормальних умов життєдіяльності людей на об'єкті або території, які викликані аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, епіфіотією, великими пожежами, застосуванням засобів ураження, що привели або можуть привести до людських втрат і матеріальних збитків називають надзвичайною ситуацією.

Розглядаючи надзвичайні ситуації як наслідок загострення розглянутих вище протиріч можна виділити за місцем походження такі надзвичайні ситуації: природні, техногенні, екологічні, антропогенні, соціально-політичні та соціально-психологічні.

Важливою характеристикою виникнення надзвичайних ситуацій є швидкість їх формування (розвитку). За часом, який проходить безпосередньо від виникнення надзвичайної ситуації до її кульмінаційної вершини, всі ситуації можна розділити на два типи — «вибухові» і «плавні».

В надзвичайних ситуаціях першого типу час визначається не годинами, а хвилинами, а під час і секундами.

Досить згадати стихійні лиха, деякі види технологічних катастроф (аварії на великих енергетичних об'єктах: АЕС, ТЕС, газопроводах, а також на

хімічних підприємствах). Для ситуацій «плавного» типу властивий довготривалий латентний період, що продовжується інколи десятиріччями.

Ще однією важливою характеристикою надзвичайних ситуацій є масштаби впливу і наслідків, включаючи простір, соціально-екологічні і економічні (людські і матеріальні втрати, деградація екосистем) аспекти. За цією комплексною ознакою можна виділити ще п'ять типів надзвичайних ситуацій: локальні, територіальні, регіональні, державні і глобальні.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

В даній магістерській роботі було розроблено інформаційно-вимірювальна система збору, обробки та передачі інформації по вимірюванню температури на ділянці трубопроводу між котлом і турбіною.

Система являє собою ділянку трубопроводу між котлом і турбіною на Бурштинській ТЕС.

В роботі була розроблена система автоматизованого збору та обробки інформації за допомогою введення нових технологій і заміни громізких вузлів на більш простіші і економічніші. Вибрані давачі, обґрунтовані їх параметри і характеристики. Наведено структурну схему, систему передачі даних на ЕОМ і в мережу, система автоматичного збору, обробки і передачі інформації; вибрав комплекс технічних засобів на базі серійних приладів; і провів оцінку надійності системи передачі даних що розроблялась.

Час безвідмовної роботи системи при вказаній ймовірності безвідмовності (звичайно 0,95) рівний 5001,5 годин.

Впровадження розробленої системи дозволить точніше і ефективніше вимірювати температуру (тиск, витрату і т.д.). Впровадження даної системи у виробництво для ефективного управління і регулювання процесами автоматизації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

1. Дуэль М.А. Автоматизированные системы управления энергоблоками с использованием вычислительной техники. – М.: Энергоиздат, 1994.
2. Каталог КИПиА. – М.: «Микротерм», 2001.
3. Орлов В.Р. и др. Основы управления энергетическим производством. – М.: «Высшая школа», 1997. – 335 с.
4. Самсонов В.С. Автоматизированные системы управления. – М.: «Высшая школа», 1991.
5. Беркович М.А. Применение ЭВМ для автоматизации технологических процессов в энергетике. – М.: Энергия, 1993.
6. MicroConverter, Dual 16-/24-bit ADCs with Embedded 62 KB FLASH MCU, ADuC824. Preliminary Technical Data.-Analog Devices, March 2002
7. [www. analog com/microkonverter](http://www.analog.com/microkonverter)
8. СТП 02070855-03-99. Стандарт підприємства. Курсовий і дипломний проекти. Вимоги до змісту та оформлення.
9. Теория надежности радиоэлектронных систем в примерах и задачах: Учеб. пособие для ст. радиотех. спец. вузов. Под ред. Г.В. Дружинина. –М.: Энергия, 1975.
10. Ястребецкий М.А., Иванова Г.М. Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами: Учеб. Пособие для вузов. – Энергоатомиздат, 1989.
11. Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. –М.: Сов. Радио, 1985.
12. Юдин Е.А. Охрана труда в машиностроении. –М.: Недра, 1983.
13. Павлов С.П., Губонина З.И. Охрана труда приборостроении. –М.: Высшая школа, 1986.
14. Князевский Б.А. и др. Охрана труда в электроустановках. –М.: Энергия, 1983

15. Денисенко Г.Ф. Охрана труда. –М.: Высшая школа, 1985.
16. Мелкумов Я.С. Экономическая оценка эффективности инвестиций и финансирование инвестиционных проектов. –М.: ИКЦ «ДИС», 1997.
17. Плоткин Я.Д. Экономическая эффективность новой техники. – Львов: «Вища школа», 1986. –144с.
18. Расчет экономической эффективности в дипломных и курсовых проектах: Под общ. ред. Н.Н. Фонталина. –Мн.: Высш. шк., 1984.

ДОДАТКИ