

ЛЕКЦІЯ 7

КОМП'ЮТЕРІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ

План

1. Автоматизовані діагностичні системи.
2. Система температурного контролю на основі NI CompactRIO.

7.1 Автоматизовані діагностичні системи

У промисловості широко й успішно застосовуються пневматичні приводи. Сучасне виробництво висуває до них різноманітні й все жорсткіші вимоги. При цьому зростає потреба в електропневматичних позиційних і стежать приводах, здатних переміщувати механічний об'єкт управління, пов'язаний зі штоком пневмоциліндра, за бажаним законом та з високою точністю зупиняти його в будь-якій необхідній позиції. Наявність таких приводів дає змогу, використовуючи переваги промислової пневматики, вирішувати нові класи задач, створювати ефективні технологічні машини й успішно автоматизувати різноманітні технологічні процеси [6].

Існує кілька типів комплектних електропневматичних позиційних і приводів, призначених для застосування в різноманітних галузях промисловості та створених на базі сучасних принципів мехатроніки. Такі приводи відрізняються компактністю, механічною міцністю, високою надійністю й великим ресурсом, здатні працювати в жорстких умовах експлуатації, володіють хімічною стійкістю. Ці властивості досягнуті внаслідок ретельного підбору й органічного поєднання прецизійних пневмомеханічних і мікроконтролерних елементів, застосування сучасних інформаційних і обчислювальних технологій і методів автоматичного управління. Безперечними перевагами пропонованих мехатронних приводів є висока гнучкість комп'ютерного управління рухом і здатність забезпечити ефективну інтеграцію приводів у складні автоматично діючі технологічні системи.

Для жорстких умов експлуатації застосовуються позиційні приводи з пристроями дистанційного керування. Вони виконані на основі високотехнологічних і надійних пневмоциліндрів, що відповідають вимогам стандартів DIN/ISO 6431 (рис. 7.1, а і 7.1. б). Циліндри мають спеціальне покриття, яке захищає їх від шкідливої дії факторів навколишнього середовища. Штоки виконані з неіржавної сталі й додатково захищені гофрованими чохлами. Безпосередньо на циліндрі розташований прецизійний давач положення та первинний перетворювач його вихідного сигналу в сигнал

струмового петлі 4-20 мА. Це дає змогу підвищити перешкодозахищеність і спростити інтеграцію приводів в АСУ ТП.



Рисунок 7.1 – Електропневматичні позиційні приводи з пристроями дистанційного керування

Управління рухом поршня організовано за принципом зворотного зв'язку, і приводом є система, що відстежує. Реалізація алгоритму управління покладено на мікроконтролер, який виконує кілька функцій (рис. 7.2).

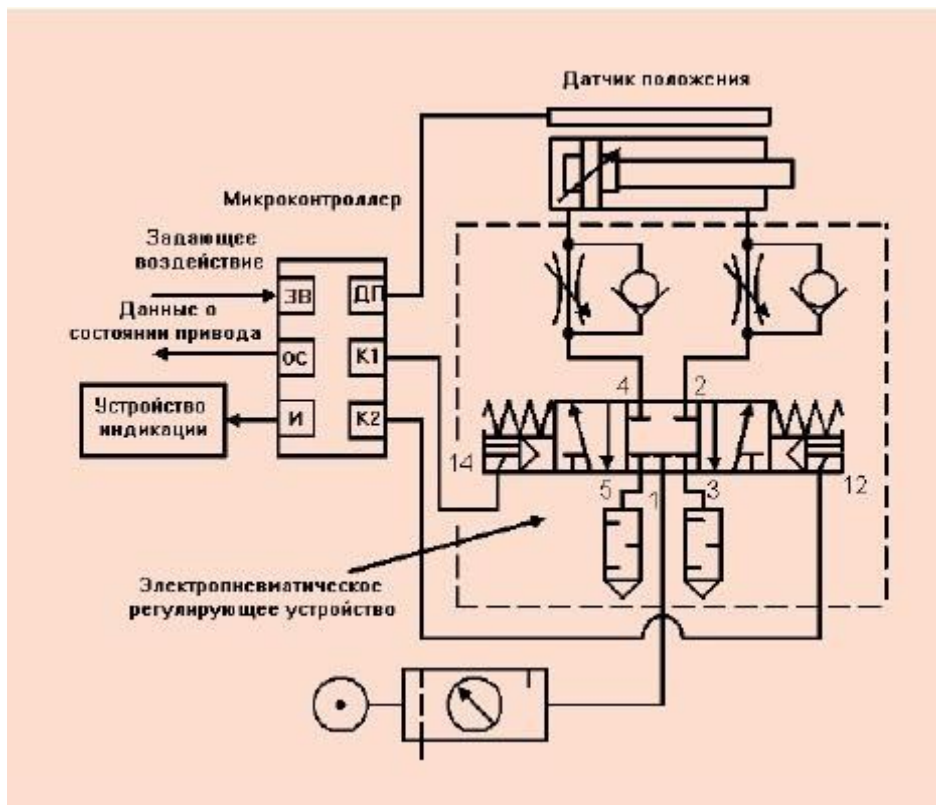


Рисунок 7.2 – Схема електропневматичного відстежуючого приводу

Мікроконтролер задає вплив, що несе інформацію про бажаний стан поршня, опитує давач положення, обчислює неузгодженість, у функції від цієї неузгодженості формує команди на електропневматичний регулювальний пристрій приводу і видає дані про стан приводу на пристрій управління вищого рангу та на пристрій цифрової індикації. Залежно від необхідної точності й швидкодії як електропневматичного регулювального пристрою може виступати п'ятиканальний трипозиційний електропневматичний розподільник дискретної

дії із закритою центральною позицією, група клапанів або пропорційні електропневматичні пристрої. Команди контролера перемикають регулювальний пристрій у такий спосіб, що поршень завжди рухається в бік зменшення неузгодженості [6–8].

Після досягнення необхідного положення поршня розподільник перемикається в центральну позицію, що призводить до зупинки штока пневмоциліндра. Вибір давачів, що вимірюють поточний стан поршня та істотно впливають на якість приводів. Ці давачі можуть бути як контактної, так і безконтактної дії. Великий досвід промислової експлуатації позиційних і відстежувальних приводів свідчить про те, що найвдалішими виявляються безконтактні давачі, дія яких заснована на магнітострикційному ефекті й магнітні зв'язки вимірювального елемента давача з магнітом на поршні. Давачі легко монтуються як у середині, так і зовні пневмоциліндра, мають підвищений ресурс завдяки відсутності пар тертя і малочутливості до ударних навантажень. Важливою перевагою використовуваних у приводах давачів є абсолютний вимір положення поршня. Під час їх використання, на відміну від інкрементальних давачів, не потрібно проводити пошук початкової координати. Привід готовий до роботи відразу після включення та не втрачає позиції у разі переривання електроживлення.

Для забезпечення високого ступеня захисту від дії несприятливих чинників навколишнього середовища мікропроцесорний і електропневматичний пристрій управління приводами, пристрої підготовки повітря, ручного управління та відображення інформації розміщені в окремій електропневматичній шафі (рис. 7.3).

Шафа може бути віддалена від циліндра на відстань до 20 м і має спеціальне покриття для роботи в хімічно агресивних середовищах. Ресурси пристрою управління достатні для управління декількома приводами.

На сьогодні існують електропневматичні позиційні приводи з аналоговими керувальними сигналами по струму й напрузі. можливе використання керувальних впливів у вигляді цифрового коду. Тип сигналу і його характеристики вибираються залежно від вимог до системи, у яку інтегрується привод. Розглянуті приводи при тиску живлення 6 бар здатні переміщати об'єкти управління зі швидкістю до 20 мм/с і мають похибку позиціонування, що не перевищує 1 мм. Максимальний діаметр застосовуваного в складі позиційного приводу циліндра 40 серії становить 320 мм, а 61 серії – 125 мм. Хід поршня може бути будь-яким і вибирає споживач під час формування замовлення. Важливо відзначити, що наявні мікропроцесорні пристрої керування забезпечує інтеграцію приводу або групи приводів до складу єдиної системи управління технологічними процесами, діагностику та віддалений

моніторинг стану приводу. При цьому контролюються стан приводу, значення задає впливу і похибки позиціонування, які для зручності використання та налаштування виводяться на цифровий індикатор чи інший засіб візуалізації даних.

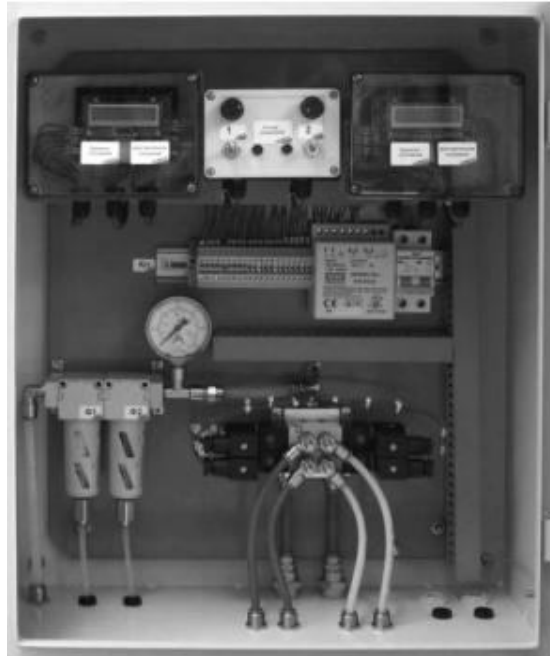


Рисунок 7.3 – Шафа серії VOX для дистанційного керування електропневматичними позиційними приводами

Цікава також серія компактних електропневматичних позиційних приводів у герметичному виконанні, що володіють більш високою швидкістю завдяки реалізації багатошвидкісного режиму роботи (рис. 7.4).

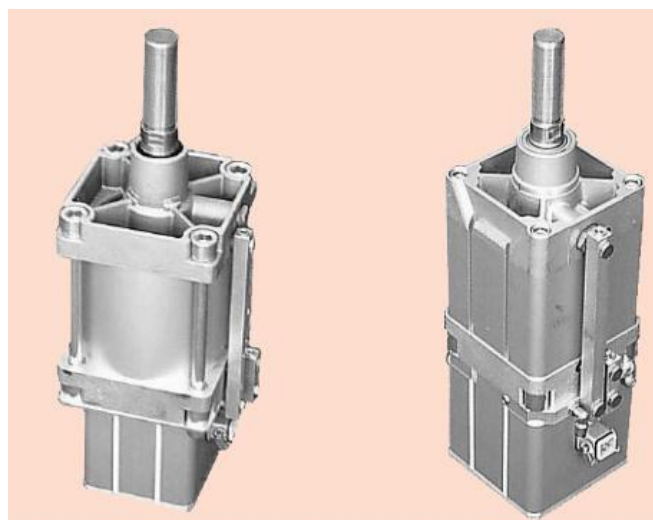


Рисунок 7.4 – Компактні багатошвидкісні електропневматичні позиційні приводи в герметичному виконанні

Відмінною особливістю цієї серії є комплектне виконання приводу. Давач положення вбудований у циліндр, а пристрій управління розміщено в невеликому герметичному контейнері на задній кришці пневматичного циліндра. Це дає змогу використовувати приводи в умовах обмеженого простору та гарантує високий ступінь захищеності IP65.

Крім електропневматичних позиційних приводів лінійного переміщення, існує низка позиційних приводів, виконаних на базі поворотних циліндрів (рис. 7.5).

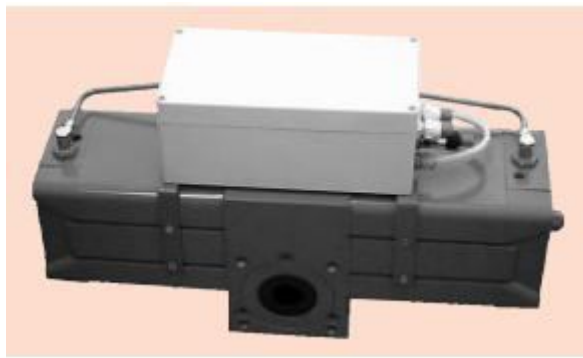


Рисунок 7.5 – Електропневматичний позиційний привод на базі поворотного пневмоциліндра

Зокрема, вони зручні для прецизійного управління запірнорегулювальною апаратурою і для точного дозування рідких, газоподібних і сипких компонентів такі приводи мають значне обертання та високу точність позиціонування. Залежно від умов експлуатації можна вибрати варіанти виконання з розміщенням пристрою управління як на самому циліндрі, так і у віддаленні від нього із застосуванням шаф управління. Варто зазначити, що рішення в сфері відстежувальних і позиційних приводів залежать не тільки від умов експлуатації, але й від необхідних функціональних можливостей приводів. Їх розширення забезпечується у разі застосування розвиненіших електропневматичних регулювальних пристроїв на базі елементів дискретної дії, що реалізують багатошвидкісне управління рухом поршня.

Досягається швидкість руху до 100 мм/с, час перехідного процесу не більше 1,5 с і похибка позиціонування 0,8 мм. При цьому стежать, успішно справляються з вирішенням задачі відтворення змінюються в часі, наприклад, гармонійних впливів. При амплітуді гармонійного заданого впливу 50 мм і в разі змінювання його кругової частоти від 0,1 до 1 рад/с динамічна похибка перебуває в діапазоні від 2,5 мм до 8 мм. Ще більш високими показниками володіють приводи, побудовані на базі пропорційних компонентів, хоча вони становлять складніші системи. Під час їх використання забезпечується

швидкість руху до 300 мм/с, похибка позиціонування 0,1 ... 0,3 мм, час перехідного процесу не перевищує 0,6 с.

У значущих випадках використовують електропневматичні приводи, незамінні для створення складних комплексів регулювання та стабілізації технологічних параметрів. Типовим прикладом такого комплексу є флотаційна установка, у складі якої відстежуючий привод є частиною системи стабілізації рівня технологічної рідини та здійснює пропорційне регулювання положення запірною пристрою ванни (рис. 7.6).

Завдання системи стабілізації полягає в підтримці необхідного рівня рідини у ванні відповідно до надходять з АСУ ТП сигналом управління незважаючи на дестабілізуючий вплив нерівномірності подачі вихідного матеріалу. Електропневматичний відстежувальний привод становить замкнутий по положенню поршня внутрішній контур регулювання системи стабілізації рівня його завдання – підтримувати з необхідною точністю координату положення поршня та пов'язаного з ним замикаючого пристрою. Важливо підкреслити, що динамічні властивості внутрішнього контуру регулювання, а отже і застосовуваного електропневматичного приводу, істотно впливають на якість виробничої системи загалом. З огляду на цю обставину вибір приводу вимагає застосування типового для мехатроніки системного підходу, що становить непросту задачу.

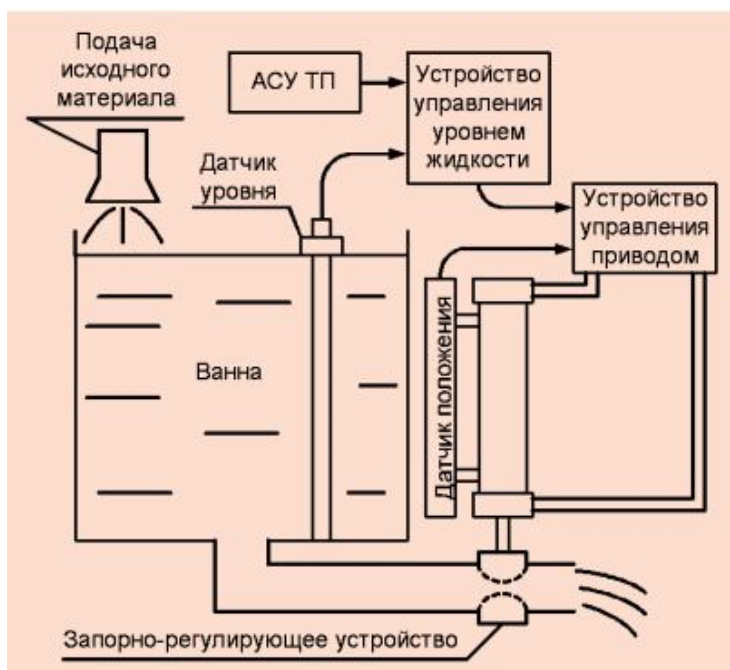


Рисунок 7.6 – Система стабілізації рівня рідини з електропневматичним приводом

Можливість ефективного застосування електропневматичних відстежуючих і позиційних приводів у складних технологічних системах

підтверджена великим позитивним досвідом їх промислової експлуатації. Це дає змогу впевнено рекомендувати такі приводи для широкого використання в новостворених і модернізованих системах автоматизації.

7.2 Система температурного контролю на основі NI CompactRIO

Нові технологічні рішення в сфері автоматизації значно спрощують і прискорюють розробку промислових систем управління. На прикладі створення системи температурного контролю демонструються головні переваги системи реконфігурованих управління та збору даних CompactRIO і середовища розробки LabVIEW.

Тема промислових додатків хвилює багатьох. В умовах жорсткої конкуренції та динамічного ринку, навіть найбільш консервативні підприємства не можуть дозволити собі відмовитися від такого потужного засобу еволюції, як автоматизація. Епоха агітації за автоматизацію давно пройшла, і тепер гостро постає питання: «Як?» На сьогодні запропоновано достатню кількість технологічних концепцій, проте їх упровадження часто спричиняє труднощі. Особливо це стосується низкоуровневої частини повної системи автоматизації – АСУТП (автоматизована система управління технологічними процесами).

АСУТП належать до первинної групи завдань управління промисловим підприємством. У сьогоденній інтерпретації, нижчий щабель в ієрархії управління виробництвом займає контролерну обладнання, яке потім об'єднується з системами типу SCADA (SupervisoryControlandDataAcquisition) або DCS (DistributedControlSystems). Ці системи належать до класу НМІ (Human-MachineInterface – людино-машинний інтерфейс), тобто забезпечують двосторонній зв'язок «оператор – обладнання», а також повну інтеграцію з іншими інформаційними системами підприємства.

Однак у реальному житті справа йде не так просто. На переважній більшості російських підприємств переважають «клаптеві» розподілені АСУТП, що складаються з незв'язаних між собою підсистем, які створювалися в різний час різними людьми з використанням обладнання різних виробників. Загальна, повна й комплексна переробка системи автоматизації зазвичай довго реалізується та вимагає занадто великих витрат. Тому під час створення та особливо при модифікації АСУТП, доцільно використовувати універсальні гнучкі програмні засоби та реконфігуровані апаратні рішення, що володіють широкими комунікаційними можливостями.

З огляду на зазначене вище, поряд із загальними структурними міркуваннями, можна сформулювати технічні вимоги до сучасних підсистем АСУТП [2, 6]:

- вибір оптимального, з точки зору ефективності та надійності, що задовольняє міжнародним стандартам контролерних обладнання;
- вибір оптимального, з точки зору компактності й захищеності від зовнішніх чинників, конструктиву, який задовольняє міжнародним стандартам.
- забезпечення широкого температурного діапазону роботи технічних засобів локальних систем автоматичного управління;
- захист контрольно-вимірювальних та інформаційних каналів від зовнішніх впливів, а також посилення переданих сигналів;
- підтримка стандартних каналів обміну технологічною інформацією між окремими автоматизованими об'єктами й централізованою системою управління та контролю;
- можливість обміну даними по інформаційних каналах у реальному часі;
- забезпечення високоефективного людино-машинного інтерфейсу в системі візуалізації та моніторингу;
- ефективне, з точки зору витрат часу, реконфігурування, налаштування, а також пошук і усунення несправностей.

Технологічна завдання підсистеми – підтримувати задану оператором температуру середовища шляхом зміни параметрів системи охолодження.

Схема установки наведена на рисунку 7.7. На основі показань датчика температури та датчика швидкості обертання вентилятора, підсистема повинна подати необхідну (для підтримки заданої температури) напруга живлення на вентилятор.

Обладнання. Як контролювальний і керувальний пристрій використовувалася реконфігурована контрольно-вимірювальна система NationalInstrumentsCompactRIO. Переважна більшість вимог висунута саме до неї.

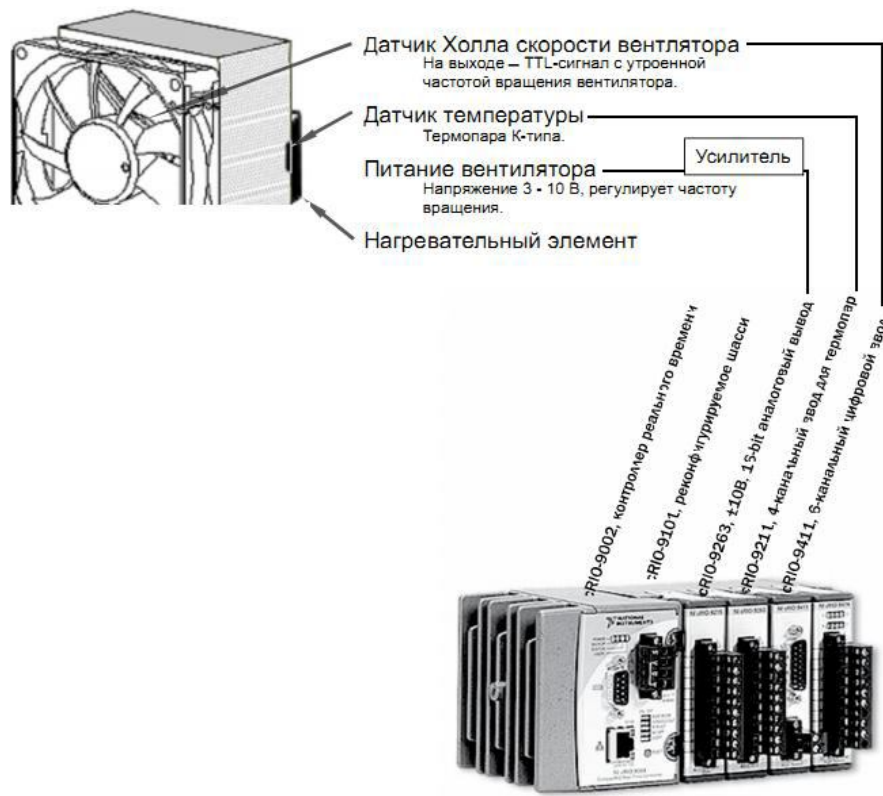


Рисунок 7.7 – Схема установки

CompactRIO є надійною та компактною промисловою системою управління та збору даних, що включає в себе:

- контролер реального часу на базі промислового процесора, що підтримує операції з плаваючою точкою. У контролері використовується промисловий процесор класу Pentium із частотою 200 МГц, на якому виконуються програми LabVIEWReal-TimeModule з детермінованим часом виконання операцій. Велика бібліотека функцій, що поставляється з LabVIEW, доступна для ефективної розробки власних багатопоточних контрольно-вимірювальних систем, що працюють у режимі жорсткого реального часу;

- реконфігурованих шасі з вбудованою ПЛІС (програмована логічна інтегральна схема) на один мільйон логічних вентилів. Ланцюги ПЛІС становлять реформувальну обчислювальну машину, яка паралельно обробляє дані й виконує додатки, створені за допомогою LabVIEWFPGAModule, на апаратному рівні мікросхеми. На базі ПЛІС можна розробляти свої власні схеми управління та збору даних із тактуванням і синхронізацією процесів із точністю до 25 нс. ПЛІС з'єднана з усіма модулями введення – виведення, встановленими в шасі, за топологією «зірка», що забезпечує можливість прямого доступу до кожного з них, і дозволяє здійснювати їх гнучку та точну синхронізацію;

– великий набір модулів введення – виведення різного типу, починаючи від термопарних модулів із діапазоном вимірювання сигналів ± 80 мВ і закінчуючи 250 VAC/VDC універсальними модулями цифрового введення.

Система CompactRIO розроблена для використання в жорстких умовах і в обмеженому просторі. Вона може використовуватися в діапазоні температур від -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$, у потенційно небезпечному та вибухонебезпечному середовищі (Class I, Div 2) і витримує ударні навантаження до 50 кг. Контролер реального часу має набір стандартних засобів комунікації з іншими інформаційними системами. У звичайному режимі взаємодія контролера та ПК відбувається за Ethernet-з'єднанням (10/100 Мбіт/с). При цьому на ПК виконується клієнтська частина програми LabVIEWReal-Time. Підтримка шини RS-232 (із технологією VISA), TCP / IP, UDP за Ethernet і головних мережевих служб (таких як SMTPE-mail, DataSocket ...) надає набагато ширші можливості інтеграції з зовнішніми системами.

Контролер має убудовані WEB і FTP серверами. WEB-сервер дають змогу публікувати в мережі лицьові панелі додатків, що виконуються на контролері, реалізуючи у такий спосіб людино-машинний інтерфейс, що надає віддаленим користувачам можливість здійснювати моніторинг і управління додатком.

Як мобільний варіант людино-машинного інтерфейсу та додаткового універсального засобу комунікації використовувався КПК (кишеньковий персональний комп'ютер) HPiPAQhx2410, що підключається по шині RS-232 (COM-порт) до контролера CompactRIO.

Переваги цього рішення:

- компактна переносна система візуального відображення інформації, що підключається до CompactRIO за потребою;
- інтеграція з бездротовими мережами Wi-Fi і Bluetooth із використанням вбудованих можливостей КПК;
- доступність і універсальність обладнання (серійні КПК);
- висока ефективність (з точки зору витрат часу) і відносна простота розробки додатків для КПК із використанням LabVIEWPDAmodule.

Отже, реалізовано три варіанти людино-машинного інтерфейсу (рис. 7.8).



Рисунок 7.8 – Три варианты интеграции подсистемы

Розробка програмного забезпечення. Регульований процес нагрівання – охолодження становить стандартну систему зі зворотним зв'язком. Один із найпоширеніших у промисловості алгоритмів управління такими процесами – PID-регулювання (пропорційно-інтегро-диференціальне регулювання). Контролер порівнює виміряну величину з заданою, на основі їхньої різниці, чи «помилки», обчислюється необхідне значення керованого параметра. Ураховується також історія процесу та швидкість зміни величини помилки. Популярність цього алгоритму пояснюється його стійкою продуктивністю за непостійних зовнішніх умов, а також відносною простотою реалізації та налаштування. Програмна архітектура підсистеми наведена на рисунку 7.9.

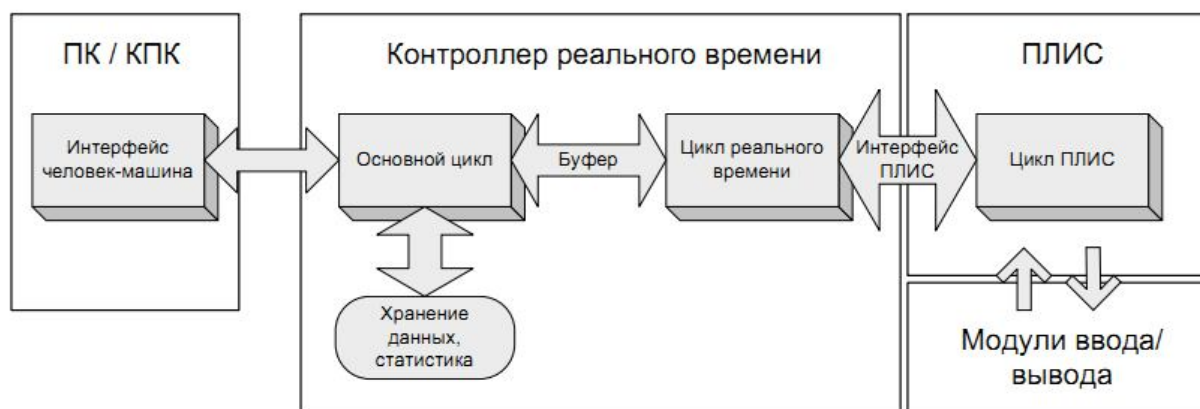


Рисунок 7.9 – Програмна архітектура підсистеми

Керувальний алгоритм системи температурного контролю організований у циклі реального часу (рис. 7.10) і становить двоетапне PID-регулювання. Використовувалася готова реалізація PID-алгоритмів з пакета NIPID Control Toolset, що входить до складу LabVIEWReal-Time module. На першому етапі контрольованим параметром є температура нагрівача, а керованим – швидкість

обертання вентилятора, на другому етапі – швидкість обертання вентилятора та напруга на вентиляторі відповідно (рис. 7.10).

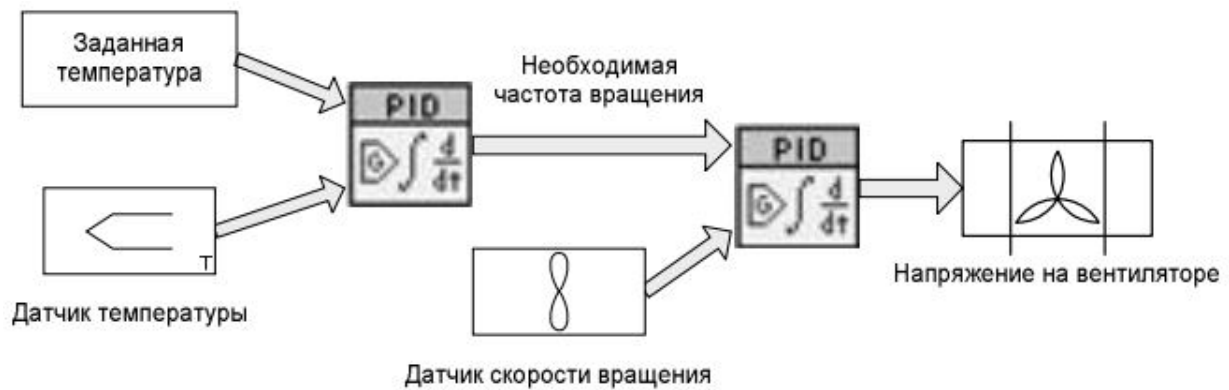


Рисунок 7.10 – Схема керуючого алгоритму

У циклі ПЛІС реалізований паралельний збір даних із датчиків температури та швидкості обертання, а також висновок керувальної напруги, яка (через підсилювач постійного струму) живить вентилятор. Показання датчика Холла швидкості обертання вентилятора є цифровий TTL-сигнал із потроєною частотою обертання вентилятора.

Вимірювання цієї частоти реалізовано в циклі ПЛІС, а її значення передається в цикл реального часу. Між циклом реального часу та основним циклом організований буферизований обмін даними. Основний цикл виконує такі функції:

- організація взаємодії з людино-машинними інтерфейсами (із КПК по шині RS-232, із ПК по Ethernetc із використанням програми-клієнта на ПК, із ПК через WEB-інтерфейс);
- ведення статистики та її публікація в людино-машинних інтерфейсах, а також у файлах, доступних за FTP;
- надає можливість швидкого та ефективного модифікації інтерфейсної частини програми, не зачіпаючи керувальну частину (цикл ПЛІС і цикл реального часу).

Додаток-клієнт для КПК розроблено за допомогою LabVIEWPDAModule, із використанням високорівневих функцій для роботи з шиною RS-232, Wi-Fi і Bluetooth, що поставляються з LabVIEW.

Розроблена підсистема температурного контролю АСУТП лише поверхово демонструє переваги використаного обладнання та програмного забезпечення. Проте вже очевидно, що контрольно-вимірювальна система NICompactRIO спільно з середовищем розробки NILabVIEW, задовольняє вимогам найширшого кола промислових завдань і має величезні можливості інтеграції.

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) призначена для розробки прикладного програмного забезпечення, для

організації взаємодії з вимірювальною та керувальною апаратурою, збору, обробки й відображення інформації та результатів розрахунків, а також моделювання, як окремих об'єктів, так і автоматизованих систем загалом. Розробником LabVIEW є американська компанія National Instruments.

LabVIEW – ідеальна платформа для додатків мехатроніки, що дає змогу вести розробку проектів на стику таких сфер інженерних знань, як механіка, електротехніка, електроніка, автоматичне керування та програмування вбудованих систем. Тісна інтеграція LabVIEW і SolidWorks дає змогу створювати та тестувати роботу віртуальних прототипів пристроїв у найкоротші терміни. Крім того, LabVIEW дає змогу економити на витратах на програмне забезпечення, оскільки той самий код використовується як на стадії створення прототипу, так і на стадії впровадження.

Використання LabVIEW забезпечує підвищення кваліфікації користувача в роботі з середовищем, що дає змогу оперативно й легко впроваджувати інноваційні технології протоколювання даних, бездротових вимірювань, автоматизованого тестування та інших. Єдину графічну мову можна використовувати як для проведення типових вимірювань у промисловому додатку, так і для розробки широкомасштабної автоматичної системи проведення випробувань.

LabVIEW дає змогу моделювати системи управління пневмогідросистем, програмувати мікроконтролери й мікропроцесорну техніку.

LabVIEW є графічним пакетом. Програми створюються у вигляді графічних діаграм, подібних до звичайних блок-схем. Графічні пакети легко освоюються не тільки програмістами-професіоналами, але й користувачами, які не мають досвіду програмування. З одного боку, сучасні графічні системи дають змогу створювати програми, що практично не поступаються за ефективністю програм, написаним у текстових пакетах. З іншого боку, графічні програми зазвичай більш наочні, легше модифікуються та налаштовуються, швидше розробляються. Безсумнівною перевагою графічних систем програмування є те, що розробником програми може бути сам постановник завдання – інженер, технолог.

Безсумнівною перевагою LabVIEW є те, що розробнику та користувачеві доступні функціонально ідентичні системи програмування для різних операційних систем, таких як Microsoft Windows 95/98 / NT / 2000 / XP, Linux, MacOS. Наприклад, програма, розроблена під Windows, буде майже без змін працювати на комп'ютері з Linux. Для установки відповідних додаткових модулів можна використовувати LabVIEW як середовище розробки програм для різних цільових систем і операційних систем (ОС).

LabVIEW дає змогу розробляти практично будь-які додатки, які взаємодіють із будь-якими видами апаратних засобів, підтримуваних операційною системою комп'ютера. Використовуючи технологію віртуальних приладів, розробник може перетворити стандартний персональний комп'ютер і набір довільного контрольно-вимірювального обладнання в багатofункціональний вимірювально-обчислювальний комплекс.

Модульні технології обладнання та програмного забезпечення NI дають змогу із мінімальними витратами розробляти вимірювальні та керувальні системи різної конфігурації та складності. Наприклад, системи для проведення стендових випробувань, системи збору даних, автоматизовані системи тестування, системи управління та імітатори, зокрема для мехатронної техніки. На кафедрі АСЕУ СГАУ за допомогою технологій NI створена віртуальна модель системи автоматичного управління двигуна. Вона дає змогу вивчити роботу САУ двигуна на різних режимах (рис. 7.11). Перевага моделі полягає в тому, що вона наочно показує, що відбувається в системі управління під час вимірювання регульованих параметрів.

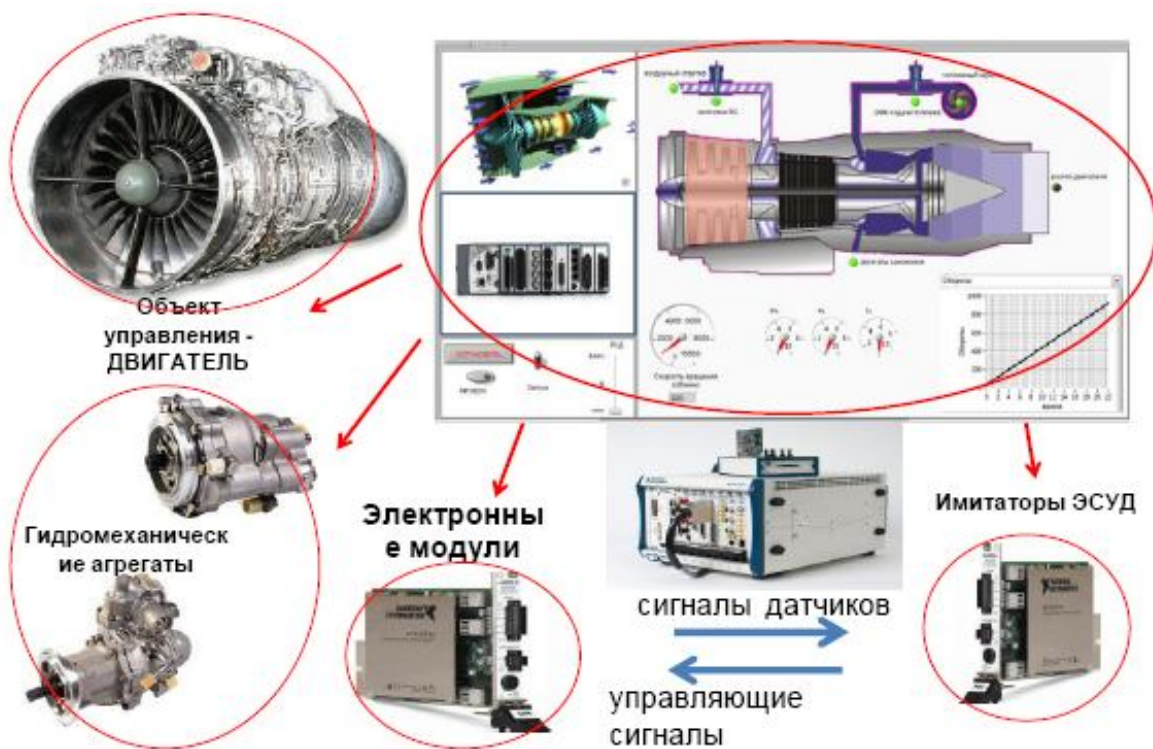


Рисунок 7.1 – Віртуальна модель САК двигуна

За допомогою технологій NI, крім САК двигуна, здійснено такі розробки: роботи й роботизовані системи управління різного призначення, системи керування роботами, аквадісплей (мехатронний пристрій для демонстрації водою графічних зображень і тексту. За допомогою клапанів і програмованого контролера формується зображення з падаючих крапель води шляхом відкриття та закриття клапанів із високою частотою. На аквадісплей можна виводити

текст або чорно-біле зображення, попередньо збережене в одному із стандартних графічних форматів (bmp, jpg). В основу роботи аквадісплея покладена ідея цифрового управління дискретними клапанами, перспективність якої була підтверджена ще під час проектування рульових приводів ракетносія «Енергія») тощо. Розробки кафедри неодноразово займали перші місця на регіональних та міжнародних конкурсах, виставках і конференціях. Переважна більшість алгоритмів для систем управління реалізовано в LabView.

LabVIEW – це середовище графічного програмування, яку використовують технічні фахівці, інженери, викладачі та науковці з усього світу для швидкого створення комплексних програм у задачах вимірювання, тестування, управління, автоматизації наукового експерименту й освіти.

Контрольні питання

1. Проаналізувати автоматизовані діагностичні системи.
2. Електропневматичні позиційні приводи з пристроями дистанційного керування. Призначення та переваги перед іншими приводами.
3. Проаналізувати роботу системи температурного контролю на основі NI CompactRIO.
4. Класифікація діагностичних параметрів та вимоги до них.
5. Що становить віртуальна модель САК двигуна?

ЛЕКЦІЯ 8

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІАГНОСТИКИ

8.1 Вплив технічних засобів на ефективність діагностики

Вплив технічних засобів на ефективність діагностування технічних об'єктів урахується множителем p_3 – вірогідністю правильного функціонування технічних засобів у період здійснення діагностування. Спосіб розрахунку величини p_3 змінюється залежно від умов здійснення діагностування. При цьому засоби діагностики можуть розглядатися як об'єкти безперервної дії (технологічні процеси, апаратура бортового обладнання у польоті тощо) або як об'єкти періодичної дії (обладнання рухомих об'єктів перед використанням тощо).

Якщо засоби діагностики розглядаються як об'єкти безперервної дії, то величина p_3 є імовірністю безвідмовної дії та залежно від закону розподілу моментів виникнення несправностей може бути розрахована за формулами, які приведені у таблиці 8.1 [2, 6], де прийняті такі позначення.

Таблиця 8.1 – Закони розподілу й вирази для розрахунку

Закони розподілу	Вирази для розрахунку p_3
Експоненціальний	$\dot{a}^{-\lambda t}$
Релея	$\dot{a}^{-t^2 / 2\sigma^2}$
Нормальний	$F\left(\frac{T_1 - t}{\sigma}\right) / F\left(\frac{T_1}{\sigma}\right)$
Вейбула	$\dot{a}^{-\lambda_0 t^k}$
Гамма (при k цілому)	$\dot{a}^{-\lambda_0 t} \sum_{i=0}^{k-1} \left(\frac{\lambda_0 t}{i!}\right)^i$
Логарифмічно нормальний	$0,5 + \Phi[(\mu - \ln t) / \sigma]$

Пояснення до таблиці 8.1:

σ – середньоквадратичне відхилення часу між несправностями;

$F\left(\frac{T_1 - t}{\sigma}\right) / F\left(\frac{T_1}{\sigma}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{T_1/\sigma} e^{-x^2/2} dx$ – табульовані значення інтегральної

функції нормального розподілу;

T_1 – час роботи технічних засобів до першої несправності;

λ_0 – параметр γ – розподілу;

δ_0 – параметр, що визначає асиметрію та ексцес-розподілення;

$\Phi[(\mu - \ln t) / \sigma]$ – нормована функція Лапласа;

μ – параметр логарифмічно нормального розподілу.

Якщо засоби діагностики розглядаються як об'єкти періодичної дії, то величину p_3 можна розраховувати через так званий коефіцієнт готовності:

$$k_2 = T / (T + t_6), \quad (8.1)$$

де T і t_6 – відповідно середні величини часу напрацювання на відмову та відновлення.

У простому випадку, коли інтенсивності відмов і відновлень постійні

$$p_3 = k_G + (1 - k_G) e^{-t/(k_G t_B)} \quad (8.2)$$

Таблиця 8.2 – Значення Δp_3 при різних k_2 .

k_2	0,95	0,9	0,8	0,6	0,5
$\Delta \delta_3(\tau)$	1,8	3,8	7,6	12,6	13,0

Аналіз виразу (8.1) і (8.2) показує, що при малому t імовірність p_3 практично співпадає з імовірністю p_δ безвідмовної роботи технічних засобів у період діагностування. Зі збільшенням часу експлуатації t другий доданок у виразі (8.2) убуває і при $t \rightarrow \infty$ значення $p_3 = k_G$. На рисунку 8.1 наведені залежності імовірності p_δ , p_3 і коефіцієнта готовності k_2 від часу t . За деяких умов можна стверджувати, що до певного часу τ імовірність p_3 співпадає практично з імовірністю p_δ після чого співпадає з коефіцієнтом готовності k_2 .

Величина τ визначається виразом $\tau = -T \ln k_G$.

При цьому максимальна відносна помилка обчислення:

$$\Delta p_3(\tau) = \frac{(1 - k_G) k_G^{1/(1 - k_G)}}{k_G + (1 - k_G) k_G^{1/(1 - k_G)}} 100 \%$$

Економічну ефективність технічної діагностики можна оцінити, зіставляючи витрати на експлуатацію рухомого складу з додатковими витратами на виконання діагностики.

Зниження експлуатаційних витрат у разі впровадженні діагностики обумовлене зменшенням об'єму поточного ремонту, витрати запасних частин, витрат праці, підвищенням продуктивності праці, збільшенням коефіцієнта технічної готовності й довговічності використання рухомого складу; витрати на діагностику обумовлені витратами на діагностичне обладнання та експлуатаційними витратами на його використання [6].

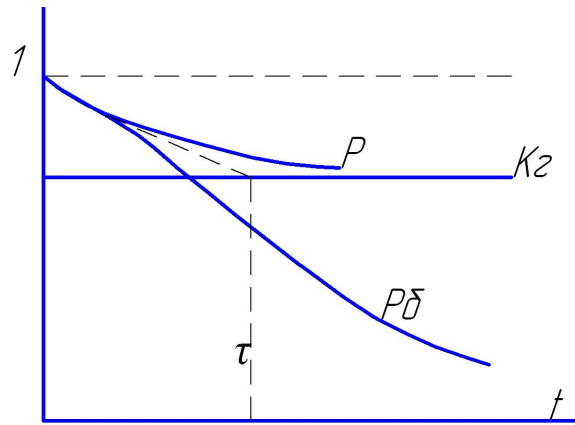


Рисунок 8.1 – Залежності імовірності p_{δ} , p_3 і коефіцієнта готовності k_2 від часу t

Упровадження засобів технічної діагностики в практику експлуатаційних депо забезпечує підвищення ефективності виробництва.

Діагностика технічного стану транспортних засобів як один із найважливіших засобів удосконалення технічного обслуговування має широкі перспективи.

Контрольні питання

1. Як впливає впровадження засобів діагностики на техніко-економічні показники підприємства?
2. Від чого залежить ефективність діагностування транспортних засобів?
3. Проаналізувати закони розподілу моментів виникнення несправностей
4. Який із законів розподілу більше відповідає визначенню імовірності безвудмовної роботи?
5. Проаналізувати перспективи розвитку технічної діагностики.