

УДК 004.32

Сафоник А.П., аспірант, Комар А.В., студент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОГО МОДУЛЯ ЗБОРУ ДАНИХ СИСТЕМИ ОБЛІКУ ГАЗУ

Розроблено мікропроцесорний модуль для збору інформації з первинних перетворювачів системи обліку газу на базі мікроконтролера ATMEGA128 фірми ATMEL. Мікропроцесорний модуль оснащений роз'ємами для підключення датчиків, LCD-індикатором, роз'ємом RS-232.

The microprocessor unit is developed for data acquisition from primary alternators of an accounting system of gas on the basis of ATMEL corporation microcontroller Atmega128. The microprocessor unit is equipped by connectors for hooking up of sensors, by the LCD-indicator and by the RS-232 connector.

Основним видом транспортування газу є трубопровід. Газ під тиском, як правило, до 75 атмосфер (кгс/см^2) рухається по трубах діаметром до 1420 мм. В міру просування газу по трубопроводі він втрачає енергію, переборюючи сили тертя як між газом і стінкою труби, так і між шарами газу. Тому через визначені проміжки необхідно споруджувати компресорні станції (КС) з газоперекачувальними агрегатами (ГПА), на яких газ дотискається до розрахункового тиску. Спорудження й обслуговування трубопроводу досить дороге, однак це найдешевший спосіб транспортування газу і нафти. Газопроводи великого діаметру, призначені для транспортування газу на великі відстані, називаються магістральними [1].

Важливий етап при транспортуванні газу – вимірювання параметрів внутрішнього середовища трубопроводу. Основними величинами, які необхідно вимірювати є:

- тиск газу [Па];
- температура газового потоку [°C];
- витрата газу [$\text{м}^3/\text{с}$] (основний параметр, який впливає на вартісні показники);
- вологість газу [%].

Надійний і точний вимір цих параметрів необхідний на всіх етапах, від свердловини до газопереробного заводу, та істотно впливає на економічність і ефективність процесів.[2]

Розвиток комп'ютерних технологій зумовив широке розповсюдження однокристальних мікроконтролерів в найрізноманітніших сферах промисловості та повсякденного життя людини: від вимірювальних приладів, фотоапа-

ратів і відеокамер, принтерів, сканерів і копіювальних апаратів до засобів автоматизації і всілякої домашньої техніки.

З моменту створення перших мікропроцесорів в 1970-х роках їх складність постійно зростала за рахунок створення нових апаратних рішень і додавання нових команд, призначених для вирішення нових завдань. Так поступово утворилась архітектура, що отримала згодом назву CISC (Complex Instruction Set Computers — комп'ютери із складним набором команд). В подальшому розвився ще один напрям: архітектура RISC (Reduced Instruction Set Computers – комп'ютери із скороченим набором команд). Саме до цієї архітектури відносяться мікроконтролери AVR від компанії Atmel і PIC від компанії Microchip.

Основна перевага RISC-контролерів полягає в тому, що вони прості, виконують обмежений набір команд, і, як наслідок, мають високу швидкодію. Це дозволяє понизити вартість і складність їх програмування.

Зворотною стороною RISC-архітектури стала необхідність створення додаткових команд на асемблері, які в CISC-контролерах реалізовані в апаратній частині. Наприклад, замість того, щоб просто викликати команду ділення, яка характерна для пристроїв CISC, розробникові, що має справу з RISC-процесором, доводиться застосовувати декілька послідовних команд. Проте подібний недолік компенсується ціною і швидкістю роботи RISC-пристроїв. Крім того, якщо створювати програми на мові C, то подібні проблеми взагалі перестають мати будь-яке значення для розробника, оскільки вони вирішуються компілятором, який автоматично генерує весь бракуючий асемблерний код [3].

При побудові розподілених систем збору даних вагоме місце займає реалізація пристроїв для передачі інформації від первинних перетворювачів (давачів) до центрального пункту збору даних. Такі пристрої повинні забезпечувати комунікацію по існуючим промисловим та офісним мережевим протоколам, перевірку зібраних даних, захист від несанкціонованого доступу до інформації, а також коректну обробку сигналів від вимірювальних перетворювачів. Крім того, на сучасному етапі розвитку технологій та в період збільшення вартості енергоресурсів, проектувана система повинна забезпечувати:

- високу стабільність роботи;
- низьке енергоспоживання;
- достатню швидкодію для обробки отриманої інформації;
- низькі вартісні характеристики при проектуванні, розробці та введенні в експлуатацію.

Прогрес в комп'ютерних технологіях, мікроелектроніці, мережних технологіях дозволяє вирішити поставлені проблеми шляхом застосування мікроконтролерів в системах збору даних. Дані прилади поєднують в собі не тільки стабільність роботи, низьке енергоспоживання, але й високу швидкодію та низьку вартість.

Основним елементом пристрою є мікроконтролер фірми ATMEL ATMEGA128. Він виконує функції збору інформації з первинних перетворювачів, обмін даними з комп'ютером, а також вивід інформації на LCD-індикатор. Оскільки контролер здійснює передачу в мережу по інтерфейсу RS-485, то виникає проблема отримання їх на персональному комп'ютері. З даною задачею справляється мікросхема MAX-232, призначення якої полягає в перетворенні TTL-рівнів сигналів універсального асинхронного прийомо-передавача мікроконтролера до рівнів інтерфейсу RS-232. Мікропроцесорний модуль зображений на рис. 1.



Рис. 1. Мікропроцесорний модуль

Серед мікропроцесорних пристроїв, мікроконтролери для вбудованих систем вимірювання і керування, мають найбільшу спеціалізацією та різноманітність функцій. Мікроконтролери містять значну кількість допоміжних (периферійних) пристроїв, завдяки чому забезпечується їхнє включення в проєктовану систему з використанням мінімальної кількості додаткових компонентів. Останнім часом все більшу увагу розробників привертають мікроконтролери із архітектурою процесорного ядра зі скороченим набором інструкцій – RISC. Ця архітектура з розділеною пам'яттю для збереження даних і програм виявилася найбільш оптимальною для цифрової обробки даних у режимі реального часу. На ринку недорогих восьмирозрядних мікроконтролерів в Україні присутні PIC – мікроконтролери Microchip Technology Inc та AVR – фірми Atmel. При однакових функціональних можливостях мікроконтролери AVR відзначаються більшою гнучкістю програмування і більшою адаптацією до програмування мовами високого рівня, зокрема мовою C. У якості базового для мікропроцесорної розроблюваної системи використано AVR – мікро-

контролер ATMEGA128 з інтегрованим на кристалі 8-канальним 10-ти розрядним аналого-цифровим перетворювачем (АЦП).

Особливості пристрою:

- високопродуктивний, малопотужний 8-розрядний AVR-мікроконтролер;
- розвинута RISC-архітектура;
- 133 потужних інструкцій, більшість з яких виконується за один машинний цикл;
- 32 8-розрядних регістрів загального призначення + регістри управління вбудованої периферії;
- повністю статична робота;
- до 16 млн. операцій в секунду при тактовій частоті 16 МГц;
- вбудований пристрій множення, що виконує множення за 2 машинних цикли;
- енергонезалежна пам'ять програм і даних;
- стійкість до зношення 128-ми кБайт внутрішньо системної перепрограмованої флеш-пам'яті: 1000 циклів запис/стирання;
- завантажувальний сектор з окремим програмованим захистом.

Функціональна схема мікроконтролера ATMEGA128 зображена на рис. 2.

Мікроконтролер виконується по технології високощільної енергонезалежної пам'яті компанії Atmel. Вбудована внутрішньо системна програмована флеш-пам'ять дозволяє перепрограмувати пам'ять програм безпосередньо всередині системи через послідовний інтерфейс SPI з допомогою простого програматора чи за допомогою автономної програми з завантажувального сектора. Завантажувальна програма може використовувати будь-який інтерфейс для завантаження прикладної програми в флеш-пам'ять.

Програма в завантажувальному секторі продовжує роботу в процесі оновлення прикладної секції флеш-пам'яті, тим самим підтримуючи двоопераційність: читання під час запису. За рахунок 8-розрядного RISC ЦП з внутрішньо системною самопрограмованою флеш-пам'яттю в одній мікросхемі ATmega128 є потужним мікроконтролером, що дозволяє досягти високого ступеня гнучкості і ефективної вартості при проектуванні більшості додатків вбудованого управління.[4]

Індикатор L2432R рис. 3 фірми Seiko instruments є інтелектуальним рідкокристалічним індикатором, що дозволяє виводити латинські символи, знаки пунктуації, а також інші необхідні символи на матрицю 5 × 8 пікселів. Інформацію можна виводити в два рядки, кожен з яких містить 16 символів. Індикатор може отримувати і відображати інформацію не тільки посимвольно, а також отримувати і автоматично відображати рядки даних, кожен з яких містить 16 символів, а також отримувати і автоматично відображати рядки даних, що дозволяє зручно формувати відображати необхідну інформацію.[5]

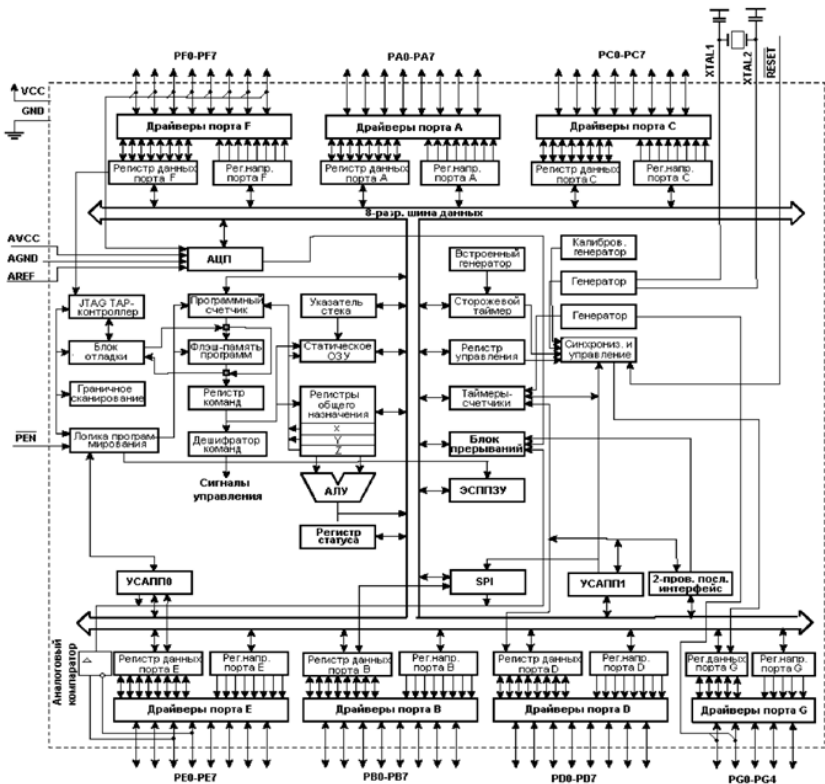


Рис. 2. Функціональна схема мікроконтролера



Рис. 3. Зовнішній вигляд рідкокристалічного індикатора

Принцип дії приладу наступний: аналоговий сигнал про величину витрати в трубопроводі надходить з давача витрати на аналоговий вхід мікроконтролера PF2 (див. рис. 4).

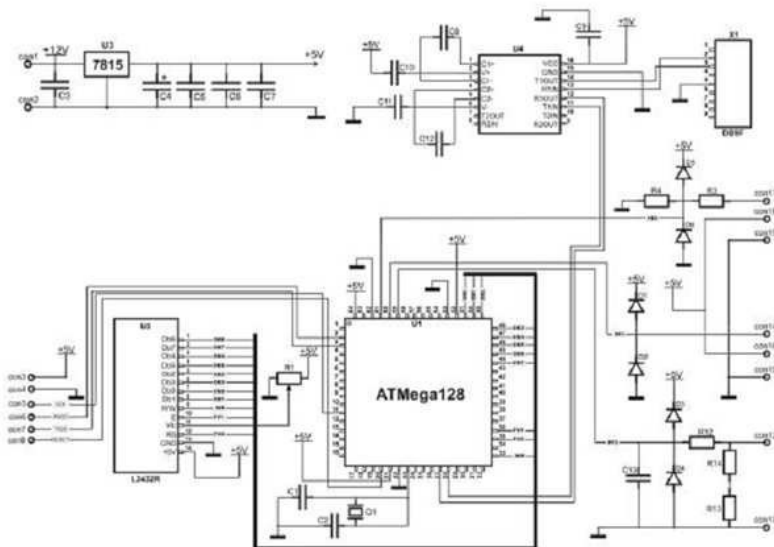


Рис. 4. Принципова електрична схема мікропроцесорного модуля

Аналоговий сигнал про величину температури в трубопроводі надходить на аналоговий вхід PF1. Аналогічно сигнал з датчика тиску надходить на аналоговий вхід PF0. В мікроконтролері за допомогою вбудованого аналого-цифрового перетворювача сигнали з датчиків перетворюються в цифрову форму. Потім згідно відповідних залежностей для кожного параметра відбувається розрахунок величини витрати, температури і тиску. З розрахованих значень формується рядок, який відображається на рідкокристалічному індикаторі. Відображення інформації на індикаторі здійснюється методом динамічної індикації. Мікросхема MAX-232 використовується для перетворення TTL-рівнів сигналів універсального асинхронного прийомо-передавача мікроконтролера до рівнів інтерфейсу RS-232, що дозволяє приладу обмінюватися інформацією з персональним комп'ютером. На персональний комп'ютер інформація передається у такому ж вигляді, як і на індикатор, тобто як рядок, що дозволяє отримувати і відображати її на екрані монітора комп'ютера навіть за допомогою стандартної програми HyperTerminal. Мікросхема 7815 є стабілізатором, який дозволяє отримати з напруги 12В напругу 5В, яка необхідна для живлення складових частин пристрою.

Блок живлення призначений для живлення як самого пристрою, так і датчиків витрати, температури і тиску. Оптрон SF6106 призначений для отримання гальванічного зв'язку між основним колом та виходами живлення на 12В. Сама напруга 12В забезпечується за допомогою регулятора TL431С. Для живлення датчика витрати необхідна напруга 24В. Тому в коло блоку живлення включено схему управління (ШИМ-регулятор) UC3845 та трансформа-

тор EFD15.

Тестування роботи мікропроцесорного модуля здійснювалось в процесі експлуатації макетної моделі системи обліку газу (рис. 5).

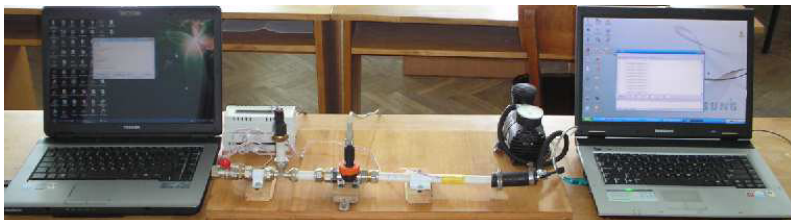


Рис. 5. Макетна модель системи обліку газу

Дана система включає наступні технічні засоби автоматизації:

- мікропроцесорний модуль для збору інформації з первинних перетворювачів;
- датчач витрати;
- датчач температури;
- датчач тиску;
- компресор, для нагнітання тиску в трубопроводі.

У якості датчача температури використано інтегральний аналоговий датчач фірми MICROCHIP TC1047 (рис. 6).

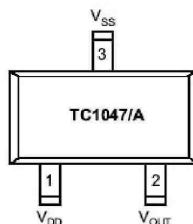


Рис. 6. Датчач температури TC1047

TC1047 – високоточні датчачі температури, що формують на своєму виході напругу, пропорційну вимірюваній температурі. Вони можуть функціонувати в діапазоні температур від -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$. У всьому діапазоні вони мають лінійну залежність вихідної напруги від температури. TC1047 має нахил вихідної характеристики $10\text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$.

Для вимірювання тиску використаний датчач ST015PG2BPCF на максимальний робочий тиск 103 кПа та максимальний допустимий тиск 310 кПа . Чутливість датчача складає $49.7\text{ мВ} / \text{кПа}$. Діапазон робочих температур $-45...+125^{\circ}\text{C}$. Датчач складається із кремнієвого мембранного чутливого елемента, на котрому сформована напівпровідникова мостова резистивна структура так, що одне плече моста знаходиться у зоні найбільшої деформації

мембрани. Сигнал розбалансу моста, пропорційний прикладеному тиску, поступає на вихід давача, або на електронну схему первинної обробки і нормалізації сигналу, розміщену у корпусі давача. До вимірювальної магістралі давач під'єднується за допомогою різьбового з'єднання. Давач не містить рухомих частин і захищений від гідроударів.

У якості давача витрати використано аналоговий давач фірми KOBOLD DPL-1P15 L303

Давачі фірми KOBOLD дозволяють вимірювати витрати від 0,025 – 0,5 до 1 – 25 л/хв, мають лінійність $\pm 1\%$ статичної характеристики, максимальний робочий тиск 10 бар, максимальна робоча температура $+70$ °С. Давачі розміщені в поліпропіленовому корпусі, не мають металічних чи магнітних частин, можуть мати як частотний, так і струмовий вихід, а також можуть комплектуватися електричними чи точковими індикаторами.

Обраний давач DPL-1P15 L303 призначений для вимірювання витрати в діапазоні 0,5-6 л/хв і формує на виході сигнал 2-10 В відповідно витраті. Даний давач живиться напругою 24 В, тому в блоці живлення пристроєм передбачено окремий вихід для живлення давача.

Розроблений мікропроцесорний модуль дозволяє замінити собою дорогі технічні засоби (наприклад плати вводу/виводу Advantech PCI 17xx) для збору результатів вимірювань з первинних перетворювачів. Крім того, об'єднуючи декілька мікропроцесорних модулів даних в промислову мережу (по стандарту RS-485, або Industrial Ethernet), ми отримуємо гнучку, заводостійку і достатньо потужну систему моніторингу, яка надає можливість для збору даних з декількох (до 32 об'єктів в сегменті мережі) точок, які підлягають контролю.

В розробленій системі мікропроцесорний пристрій передавав дані на персональний комп'ютер через інтерфейс RS-232. Даний факт значно підвищує вартість всієї системи, та ускладнює процес роботи системи. Для здешевлення експлуатації системи планується передати функції клієнта мікропроцесорному пристрою, який зможе напряму, через мережу Ethernet, з'єднуватись з сервером, та виконувати запити до бази даних.

1. Мала гірнича енциклопедія : [у 3 т.]. – / за ред. Білецький В. С. – Донецьк : Донбас, 2004 – Т. 1. – 2004. – 640 с. 2. Контрольно-вимірювальні прилади, системи автоматизації, екологічний моніторинг [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу : www.ensys.com.ua. 3. Шпак Ю.А. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров / Ю.А. Шпак– К . : МК-Пресс. – 2006. – 400 с. 4. Atmel Atmega128 datasheet [Електронний ресурс]. – 2004. – 381 с. – Режим доступу до ресурсу : www.atmel.com/literature. 5. L24xx Series datasheet [Електронний ресурс]. – 2003. – Режим доступу до ресурсу : www.seiko-instruments.de.

Рецензент: д.т.н., проф. Власюк А.П. (НУВГП)