

УДК 621.3.002.5

С.М. ЛУКАВСЬКИЙ, В.П. КОРНЄВ

Національний технічний університет України «КПІ»

**ВИМІРЮВАЧ ЧАСОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОДЕТОНАТОРІВ**

*В статті наведено варіант удосконалення системи вимірювання часових характеристик електродетонаторів для забезпечення підвищення продуктивності праці, якості умов охорони праці та техніки безпеки*

**Ключові слова:** електродетонатор, вимірювач, випробування, автоматизація, мікроконтролер

**Постановка проблеми**

Одним з найважливіших параметрів детонаторів є час спрацьовування. Від точності і стабільності часу спрацьовування багато в чому залежить продуктивність праці при проведенні вибухових робіт у вибоях шахт і в кар'єрах. Правильно виконана вибухова мережа дозволяє повністю використовувати енергію вибуху при руйнуванні і подрібненні породи, а також прогнозувати викид подрібнених частин породи в необхідному напрямку. З іншого боку, невідповідність часу спрацьовування окремих детонаторів вибухової мережі призводить до утворення завалів, негабаритним розмірам зруйнованої породи, а в особливо важких випадках і до відмов спрацьовування частини елементів вибухової мережі. Тому час спрацьовування контролюється в кожній партії детонаторів.

У той же час технологічний процес проведення випробувань виробів на час спрацьовування до сих пір не автоматизований. В якості вимірювача часових інтервалів в складі стендів випробування електродетонаторів на час спрацьовування застосовується секундомір-калібратор СК-3 [1]. Цей прилад, розроблений головним галузевим інститутом для підприємств галузі в 1977р, і до теперішнього часу перебуває в експлуатації. Він виконаний на мікросхемах серії К217, яка вже не випускається електронною промисловістю країн СНД і не має зарубіжних аналогів. Тому ремонтні роботи з обслуговування приладів СК-3 виконувати практично неможливо. Розробка автоматизованого стенда випробування електродетонаторів на сучасній елементній базі здатна вирішити проблему заміни застарілих вимірювальних приладів, підвищити продуктивність праці, якість умов охорони праці і техніки безпеки.

**Постановка завдання**

Мета даної роботи – удосконалення системи виміру часових характеристик досліджуваних виробів, перехід на сучасну елементну базу.

**Об'єкт та методи дослідження**

Об'єктом досліджень обрано стенд для вимірювання часових характеристик електродетонаторів СУ-3, який використовується на даний момент.

**Результати та їх обговорення**

Аналіз стенду випробування виробів СУ-3 дозволив скласти основні вимоги для проектування вимірювача часових характеристик випробовуваних виробів:

- застосування сучасної елементної бази використовуваних електронних компонентів;
- можливість ремонту обладнання в заводських умовах;
- можливість метрологічної повірки обладнання в заводських умовах;

- можливість використання існуючого допоміжного обладнання та виробничих приміщень;
- відображення результатів роботи на цифровому табло;
- автоматичний вибір меж вимірювань інтервалів часу;
- округлення результату вимірів останнього значущого розряду;
- захист формувачів вхідних сигналів від перевантаження по напрузі;
- діапазон вимірювання інтервалів часу повинен бути не менше ніж в стенді СУ–3;
- точність вимірювання інтервалів повинна бути не гірше стенда СУ–3;
- узгодження параметрів вхідних ліній сигналів запуску і зупинки до стандартного значенням 50 Ом;
- забезпечення максимальної завадостійкості по входам запуску і зупинки вимірювача інтервалів часу;
- захист формувачів вихідних сигналів від перевантаження по струму і напрузі;
- зручність використання і наочність органів управління і індикації;
- безпеку експлуатації приладу.

На основі одержаних вимог розроблено вимірювач часових характеристик випробовуваних виробів.

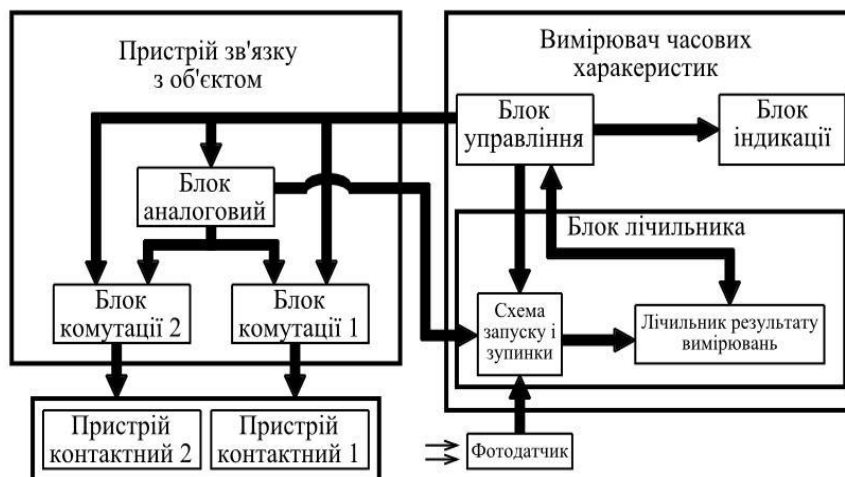


Рис. 1. Структурна схема вимірювача

Пристрій зв'язку з об'єктом (далі по тексті ПЗО) перетворює керуючі сигнали в сигнал впливу на виробний виріб. До складу ПЗО входять: блок аналоговий, блок комутації 1, блок комутації 2.

Блок аналоговий виробляє фіксовані значення струму вимірювання опору і струму підриву.

Блоки комутації 1 і 2 розподіляють струмові сигнали на випробовувані вироби.

Пристрої контактні 1 і 2 призначені для підключення випробовуваних виробів до вихідних ліній ПЗО.

Фотодатчик призначений для фіксації моменту руйнування оболонки електродетонатора.

Основним елементом управління пристрою є 8-розрядний AVR мікроконтролер ATmega16 фірми «Atmel» [2]. Він виготовлений за малоспоживаючою КМОП-технологією, яка в поєднанні з удосконаленою RISC-архітектурою, дозволяє досягти найкращого співвідношення показників швидкодія/енергоспоживання. Завдяки тому, що переважна більшість команд виконується за один такт, швидкодія цих мікроконтролерів може досягати значення 1 MIPS (мільйонів операцій в секунду) на 1 МГц тактової частоти.

Його відмітні особливості:

- 4 порти вводу / виводу; порт А (8-розрядний), порт В (8-розрядний), порт С (8-розрядний) і порт D (8-розрядний);
- вбудований тактовий кварцовий генератор;
- один 16-розрядний таймер / лічильник (таймер T1);
- два 8-розрядних таймера / лічильника реального часу (таймер T2);
- аналоговий компаратор;
- 8-канальний АЦП;
- SPI-інтерфейс;
- UART.

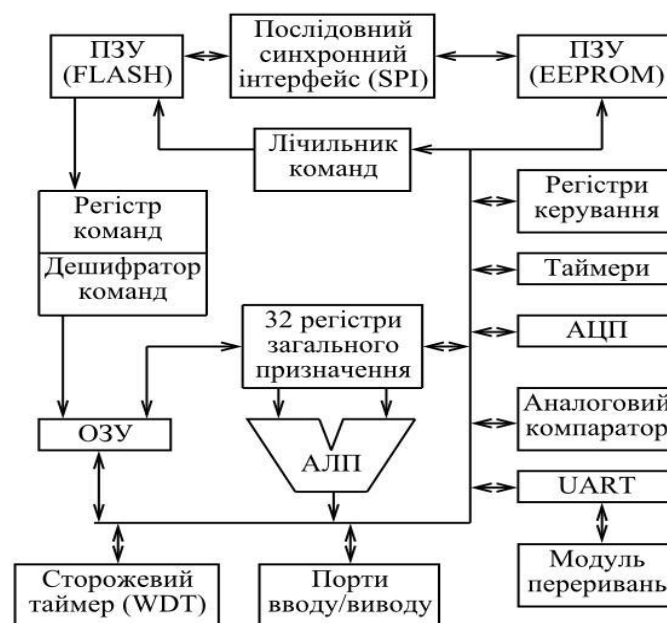


Рис. 2. Структурна схема AVR МК AT mega16

Організація пам'яті мікроконтролерів AVR ATmega16 виконана за Гарвардської архітектури, в якій розділені не тільки адресні простори пам'яті програм і пам'яті даних, але також і шини доступу до них.

Так само в блок управління включені: мікросхема MC34064 (організація системи скидання МК), мікросхема ZTU781L05 (забезпечення опорної напруги і напруги живлення +5 В із живлячої напруги +15 В), 2 буферних формувача 74HCT245 (забезпечення навантажувальної здатності порту В МК),

мікросхема FT232R (перетворювач рівнів для узгодження з інтерфейсом USB), кварцовий резонатор ZQ1 (забезпечення внутрішнього тактування кварцового резонатора) [3]. Для відображення інформації в системі використовується динамічна індикація на 12 розрядів.

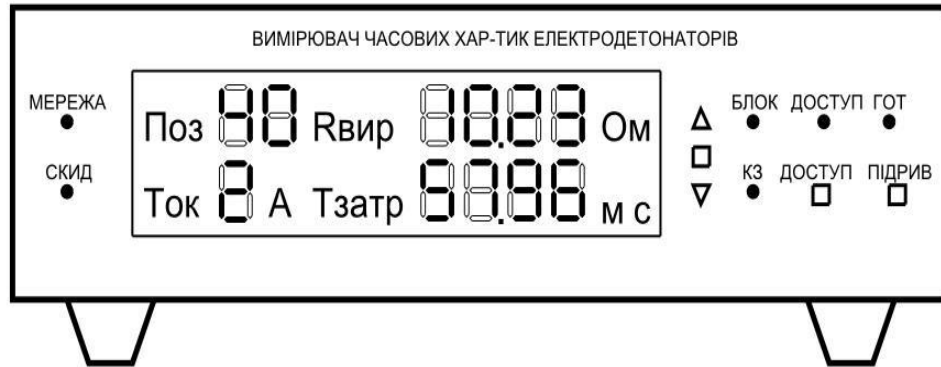


Рис. 3. Зовнішній вигляд передньої панелі вимірювача

Схема запуску і зупинки рахунку побудована за допомогою RS-тригерів на елементах «2I-НІ» для забезпечення максимальної перешкодозахищеності і перевантажувальної здібності, а також узгодження рівнів вхідних сигналів на виводах «Пуск» і «Стоп» до стандартного значення рівнів TTL-логіки. Вхідний формувач має 2 ідентичних канали для сигналів «Пуск» і «Стоп».

Фотодатчик працює за принципом перетворення зміни освітленості в електричний струм. В якості джерела освітлення використовується світловий потік, який утворюється при руйнуванні оболонки виробу в результаті детонації. Приймачем світлового потоку служить фотодіод, область спектральної чутливості якого знаходиться в діапазоні 0,4 – 1,1 мкм. Вихід датчика навантажений на коаксіальну лінію, по якій сигнал надходить в схему запуску та зупинки.

Управляючий мікроконтроллер здатний виконувати функцію вимірювача часових інтервалів, але робота алгоритму може бути порушена при виконанні даної функції. Тому функцію вимірювання часових інтервалів покладено на окрему мікросхему, а саме на AVR мікроконтролер ATtiny24 фірми «Atmel» [4]. Головною особливістю даного МК є частота тактування його кварцового генератора, яка сягає 20 МГц, що забезпечує високу точність вимірювання інтервалів часу.

Відмінні особливості МК AVR ATtiny24:

- максимальна частота тактування сягає 20 МГц;
- вбудований тактовий кварцовий генератор;
- 12 ліній вводу/виводу (8 ліній порту А та 4 лінії порту В);
- один 8-розрядний та один 16-розрядний таймер/лічильник;
- аналоговий компаратор;
- 8-канальний АЦП;
- SPI-інтерфейс;
- напруга живлення від 2.7В до 5.5В.

Таким чином розглянута розробка удосконалює систему дослідження електродетонаторів на час спрацьовування та ініціюючу здатність.

**Висновки**

По результатам роботи можна зробити такі висновки:

- Проаналізувавши всі переваги і недоліки існуючого стенда СУ–3, були сформульовані основні вимоги до розробки приладу;
- Сучасна елементна база розробленого вимірювача часових характеристик виробів збільшує ремонтпридатність розробки, а також дозволяє замінити застарілі вимірювальні прилади;
- Конструкція приладу дозволяє зменшити втручання людини у процес дослідження часових характеристик електродетонаторів, що в свою чергу покращує умови охорони праці та техніки безпеки;
- Вимірювач часових характеристик досліджуваних виробів відповідає усім вимогам до розробки приладу, що дає змогу повністю замінити застарілий стенд СУ–3 на сучасну розробку.

Список використаної літератури:

1. Секундомер-калибратор типа СК–3. Паспорт. МД2 085 003 ПС.
2. Datasheet – ATmega16A – 8 – bit Microcontroller with 16K Bytes In–System Programmable
3. Flash –ATMEL Corporation.
4. Зельдин Е.А Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. – Л.: Энергоатомиздат, –1986, – 374 с.
5. Datasheet – ATtiny24 – 8-bit Microcontroller with 2/4/8K Bytes In–System Programmable Flash –ATMEL Corporation.

Стаття надійшла до редакції 21.05.2012.

**Измеритель временных характеристик электродетонаторов**

Лукавский С.Н., Корнев В.П.

*Национальный технический университет Украины «КПИ»*

Приведен вариант усовершенствованной системы измерения временных характеристик электродетонаторов для обеспечения повышения производительности труда, качества охраны труда и техники безопасности. Реализация данного измерителя на современной элементной базе позволит заменить устаревшие измерительные приборы.

**Ключевые слова:** электродетонатор, измеритель, испытания, автоматизация, микроконтроллер.

**Time characteristics measurer for electric detonators**

Lukavsky S.M., Kornev V.P.

*National technical university of Ukraine «KPI»*

An improved version of the system for measuring time characteristics of electric detonators is provided. It helps to increase productivity, quality and safety. The implementation of the measurer on modern element base will replace the outdated measuring devices.

**Keywords:** electrodetonators, measuring, testing, automation, the microcontroller.