

УДК 532.57

*С.А. Виноградов, канд. техн. наук, М.О. Консуров, В.В. Калабанов***РОЗРОБКА СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ВОДЯНИХ СТРУМЕНІВ**

Розроблено систему вимірювання швидкості високошвидкісного водяного струменя, який генерується пристроєм гідроімпульсного руйнування. Наведено особливості її конструкції та роботи та її переваги перед аналогами.

Ключові слова: високошвидкісний струмінь, система вимірювання швидкості, модуль вимірювання швидкості.

*S. Vinogradov, Cand. of Sc. (Eng.), M. Konsurov, V. Kalabanov***DEVELOPMENT OF MEASURING SYSTEM FOR HIGHSPEED WATER JET**

A system for measuring the speed of high-speed water jet generated by Hydro-destruction device. The peculiarities of its design and operation, and its advantages over conventional techniques.

Keywords: high speed jet, speed measuring system

Перспективним напрямком розвитку аварійно - рятувального інструменту для руйнування елементів будівельних конструкцій є застосування гідроструминних технологій, в тому числі гідроімпульсних [1]. Для імпульсних пристроїв гідроруйнування характерні велика питома потужність, висока продуктивність і висока мобільність інструменту. Крім того, застосування гідроімпульсної технології руйнування дозволяє уникнути утворення іскор при взаємодії струменя з робочою поверхнею, чого дуже складно уникнути при використанні робочих органів сучасних інструментів руйнування. Аналіз теоретичних результатів показує, що для пробиття бетонних стін товщиною до 0,5 м зарядом рідини масою 100-150 г необхідно забезпечувати швидкості струменя в місці контакту з перешкодою близько 1000 м/с.

Для виміру таких швидкостей застосовуються динамічні, фізичні та кінематичні методи. При вимірі кінематичними методами в середовищі потоку будь-яким чином відзначається певний, зазвичай малий обсяг, і рух цього обсягу простежуються за допомогою відповідних приладів. Динамічні методи вимірювання швидкості потоків рідини або газу засновані на різних ефектах динамічного впливу досліджуваної рідини і вимірювального зонда (або поля). Фізичні методи вимірювання швидкості рідини засновані на різних фізичних процесах, параметри яких стійко пов'язані зі швидкістю. Ці процеси по різному залежать від параметрів середовища: деякі тільки від швидкості потоку, інші - від декількох параметрів, наприклад, температури, тиску, складу і т.д.

На сьогоднішній день обмежене вироблення таких систем виміру, тому впровадження системи вимірювання швидкості високошвидкісних водяних струменів (далі - СИЗ) є актуальним.

Всі існуючі методи вимірювання швидкості потоків рідини можна розділити на три основних: кінематичні, динамічні і фізичні [2]. Авторами патенту [3] розроблений лазерний пристрій вимірювання швидкості голови імпульсного струменя води, але він має недоліки, які обмежують його застосування.

Для вимірювання високошвидкісних процесів рекомендується використовувати кінематичні методи. Основними перевагами кінематичних методів вимірювання швидкості є їх абсолютність (швидкість знаходять як шлях, прохідний частинками середовища за

одиночку часу) і відсутність необхідності введення в досліджувану середу якихось сторонніх зондів [2]. Метою даної роботи є розробка СИЗ, яка реалізовує кінематичний метод вимірювання швидкості.

СИЗ складається з кількох модулів вимірювання швидкості, кожен з яких містить два блоки, з яких один блок - передавач, який складається з двох напівпровідникових лазерів з довжиною хвилі 700 нм, розташованих на відстані 100 мм один від одного, струмообмежуючих резисторів, джерела живлення, другий блок – приймач, що містить два фототранзистори, кварцевий резонатор, навантажувальні резистори фототранзисторів, мікроконтролер, блок світлодіодних індикаторів, клавіші управління, контролер, який з'єднаний з персональним комп'ютером, що обробляє отриману інформацію і представляє її у табличному або графічному вигляді експерименту

На рис. 1 надана схема роботи модулю вимірювання швидкості. Блок-приймач 2 розташовується навпроти блоку-передавача 1 таким чином, щоб промені лазерів 4 потрапляли на входні отвори фото транзисторів. При проходженні водяного струменя 4 перпендикулярно променям лазерів фотоприймачі по черзі припиняють приймати світло лазерів, що ініціює і зупиняє обчислення швидкості (рис. 1).

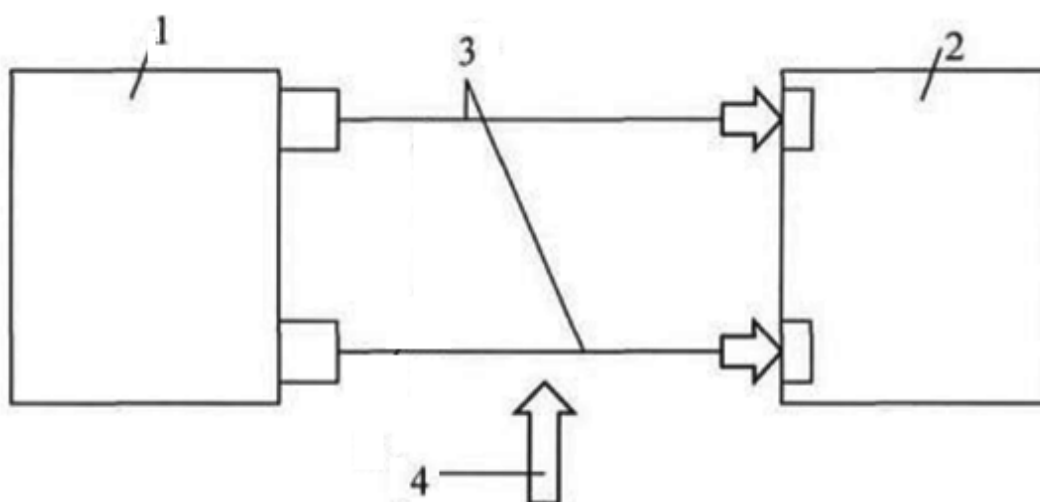


Рисунок 1 — Схема роботи модулю вимірювання швидкості

Блок-приймач побудований на основі мікроконтролера і дозволяє вимірювати швидкість в діапазоні від 20 м/с до 9999 м/с, відображати вимірюване число на екрані, відразу ж записувати результати вимірювання в незалежну пам'ять, відображати після натискання кнопок результати з пам'яті на екран, свідчити про помилку фотоприймачів у разі, якщо один з променів не потрапляє на фотоприймач.

Проведений аналіз багатоканальної безконтактної лазерної системи вимірювання швидкості голови імпульсного струменя рідини [2] та інших аналогічних систем визначив необхідність підвищення основних параметрів вимірювання та працездатності системи:

- відома система складається з 5 пристроїв, а запропонований має можливість нарощування кількості вимірювальних блоків до 250, при цьому кількість збережених результатів в незалежній пам'яті зворотно пропорційна кількості вимірювальних блоків;
- відстань між лазерами збільшено до 100 мм, що дозволяють підвищити точність виміру, знижує вплив неточності установки фото транзисторів і лазерів;
- у системі вимірювання швидкості високошвидкісних водяних струменів можлива автономна робота без ПК з подальшим перенесенням даних.

Також у пропонованій системі вимірювання швидкості підвищені наступні показники:

- можливе введення корекції;
- встановлений підвищуючий перетворювач напруги, який дозволяє використовувати джерела живлення від 2В до 5В;

- можливість оновлення програмного забезпечення через USB;
- знижено вплив програмної помилки: при попаданні обох променів на фототранзистори контролер переходить в режим сну, при перетині вхідного променя формується переривання, яке виводить контролер з режиму сну, запускає лічильник і не виходячи з переривання знову переходить в режим сну, після перетину вихідного променя - формується переривання більш високого пріоритету, яке пробуджує контролер і зупиняє лічильник, після чого встановлюються флагові біти витків обох переривань і вихід по черзі з обробників переривання. Флагові біти використовуються для контролю помилки і виведення інформації про помилку;
- знижено вплив взаємної індуктивності і взаємної ємності лінії від фототранзистора до мікроконтролера;
- встановлене звукове дублювання сигналів установки.

Блок приймача являє собою вологозахищений пластиковий корпус, який зображений на рис. 2.

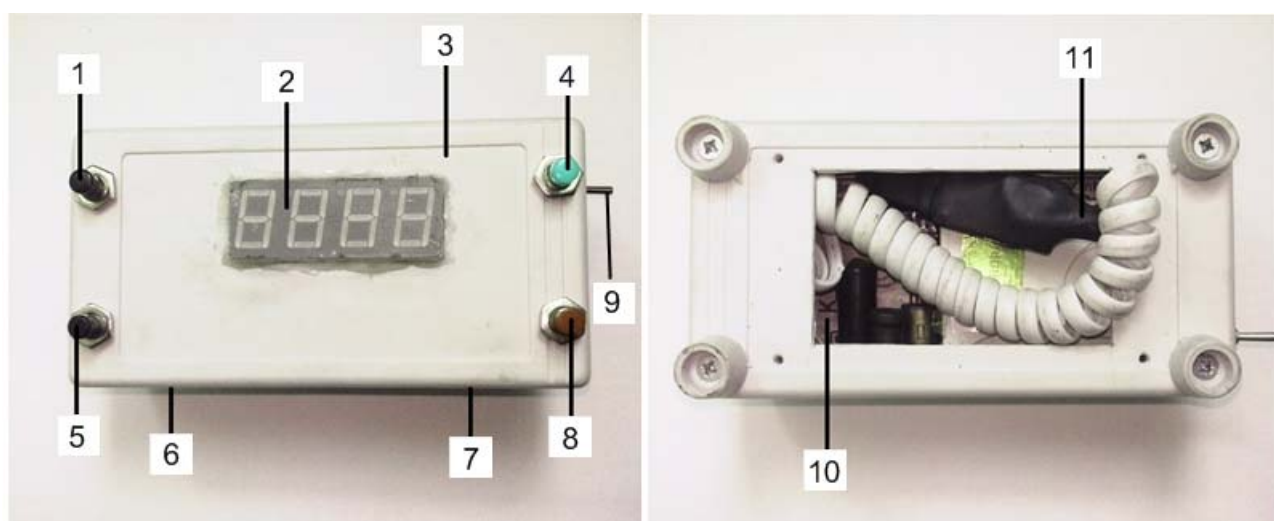


Рисунок 2 — Зовнішній вигляд блоку приймача: 1 - кнопка «-», 2 - світлодіодний чотирихрозрядний семисегментний індикатор, 3 – корпус, 4 - кнопка «Вибір», 5 - кнопка «+», 6 - вихідний приймач, 7 - вхідний приймач, 8 - кнопка «Скидання», 9 – тумблер живлення, 10 – задня кришка, 11 - USB порт

Висновок. Таким чином, для вимірювання швидкості високошвидкісних струменів розроблена СИЗ, заснована на використанні кінематичного методу вимірювання швидкості, яка здатна вимірювати швидкості об'єктів здатних розсіювати або поглинати випромінювання в діапазоні 650 – 1000 нм, в основні функції якої входить:

- вимірювання швидкості перекриваючих або розсіюючих інфрачервоне випромінювання предметів у межах від 24 до 15435 м/с - верхня межа штучно обмежена (теоретично можлива для мікроконтролера – 147000 м/с, в даній прошивці змінна обмежена до 65 535 м/с, на екран можливий вивід до 9999 м/с);
- запис і зберігання результатів 250 останніх вимірювань в незалежній пам'яті, гарантія збереження даних до 100 років і 100000 циклів перезапису;
- введення корекції на вимірювання $\pm 15\%$;
- виведення останніх 250 значень в ПК у вигляді списку або на світлодіодний індикатор;
- робота з приладом в режимі діалогу за допомогою ПК;
- простота управління;
- можливість зміни керуючої програми і прошивки через USB інтерфейс;
- автономна робота приладу до 24 годин;
- зарядка приладу через USB.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Виноградов С.А. Высокоскоростные струи жидкости как механизм разрушения элементов строительных конструкций при проведении аварийно-спасательных работ / Виноградов С.А., Консуров Н.О., Грицына И.Н. // Science education a new dimension. Natural and technical science. – Budapesht, 2013. – V.8. – 103-107.
2. Трохан А.М. Гидроаэрофизические измерения / Трохан А.М. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 335 с.
3. Пат. 87030 Україна, МПК6 G02В 27/48. Безконтактний лазерний пристрій вимірювання швидкості голови імпульсного струменю рідини. / Макаров Д.Г., Джантиміров А.Г., Семко О.М., Український Ю.Д., Безкровна М.В.; заявник та патентовласник Донецький національний університет - №u2013044079; заявл. 09.10.1992 ; опубл. 28.02.94.

