

**Рисунок 1 – Результат апроксимації**

Візуальний аналіз графіка побудованої моделі показує добре наближення між емпіричними даними та теоретичними даними.

Запропонована комп'ютерна система для розпізнавання значень із шкали стрілочного вимірювального приладу дозволяє автоматизувати процес розпізнавання показів зі шкал стрілочних вимірювальних приладів та визначити динамічні метрологічні характеристики в режимі реального часу.

#### **Перелік використаних джерел:**

1. Jiannan Chi, Lei Liu, Jiwei Liu, Zhaoxuan Jiang, Guosheng Zhang *Machine vision based automatic detection method of indicating values of a pointer gauge*, *Mathematical Problems in Engineering* Volume 2015.
2. Danilo Alves de Lima, Guilherme Augusto Silva Pereira, Flávio Henrique de Vasconcelos "A Computer Vision System to read Meter Displays", *16th IMEKO TC4 Symposium Exploring New Frontiers of Instrumentation and Methods for Electrical and Electronic Measurements* Sept. 22-24, 2008, Florence, It, 22 August 2008, pages 1-5.
3. R. Lishchuk, V. Kucheruk, I. P. Kurytnik *Adaptive binarization with non-uniform image illumination* // *Pomiary automatyka Robotyka*, nr 6/2014, pp. 72-76.
4. T. Huang, G. Yang, G. Tang *A fast two-dimensional median filtering algorithm* // *Acoust., Speech, Signal Processing*, vol. 27, no. 1, 1979, pp. 13-18.
5. Ліщук Р.І. Модифікований хвильовий метод скелетизації зображень / Ліщук Р.І., Кучерук В.Ю. // *Вісник інженерно і академії України*. - Київ, 2014. - С.73-77.
6. Duda, R.O., P.E. Hart *Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures* // *Comm. ACM*, 1972, Vol. 15, pp. 11-15.

## **ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИЛАДУ ЕКСПРЕС-КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ГАЗУ**

**Кузик М.Б., Карпаш М.О.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,*

Природний газ є сировиною для хімічної промисловості, а також енергоносієм для промислових, комерційних та побутових споживачів. Газ передається від джерела до установки споживача мережею трубопроводів газотранспортних та газорозподільчих систем. Українська мережа видобування, транспортування та розподілу природного газу є складною системою. Кожна з 3,9 тис. свердловин, що розміщуються на території країни, генерує в цю мережу енергоресурс різної якості. На території держави розміщуються 12 підземних газосховищ, де газ змішується та змінює своїх фізичні і хімічні параметри. Більше того, наша країна виступає на

міжнародному ринку газу як його імпортером, так і виробником, що спричинює змішування природного газу на локальному рівні країни зі зразками енергоресурсу, видобутого в межах всього світу.

Очевидно, що ціна природного газу в умовах української мережі газопостачання повинна залежати від його якості, так як природний газ в різних її місцях матиме різні фізичні та хімічні параметри. Як це, наприклад, встановлено для бензинів в залежності від октанового числа. Тим більше, що постачання та реалізація обсягів газу, який пройшов через кордон України (за умовами договору) з європейськими постачальниками енергоресурсу, вже здійснюється з врахуванням його якості. Ключовим питанням в процесі впровадження системи розрахунків за природний газ по його якісним параметрам є визначення способу вимірювання його якості для кожного локального споживача енергоресурсу.[1]

Аналіз відомих методів та засобів контролю теплоти згоряння природного газу показує, що існує загалом три методи визначення теплоти згоряння: розрахунковий (за компонентним складом), калориметричний та кореляційний. В Україні, в цілях визначення параметрів природного газу використовуються перші два з них. Однак, вони мають ряд суттєвих недоліків, серед яких: значні часові та фінансові витрати на проведення досліджень (тривалість одного вимірювання складає щонайменше 20-30 хвилин); неможливість контролювання якості природного газу безперервно (в режимі реального часу) безпосередньо у споживача; відсутність на українському ринку технічних засобів для вимірювання інформативних параметрів, що дозволили б визначати теплоту згоряння за допомогою кореляційних методів.[2]

Протягом останніх років, стало помітним підвищення інтересу в науковому дослідженні кореляційних методів, що дозволяють розраховувати такі властивості природного газу, як теплота згоряння, число Воббе та нормальна густина шляхом вимірювання його різних фізичних параметрів. Основними розробниками таких методів контролю і відповідно засобів вимірювальної техніки, на даний час, є зарубіжні компанії Ruhrhas AG, Gasunie, Sensors Europe GmbH. Загалом, аналіз існуючих кореляційних методів контролю енергетичних показників природного газу вказує на те, що вони мають ряд суттєвих недоліків: жодний метод досі не реалізований у вигляді серійних технічних засобів; вартість реалізації більшості методів є надзвичайно високою; методи не мають серйозного теоретичного обґрунтування, не придатні до використання в технологічних умовах.

Створення вдосконаленого та апробованого приладу експрес-контролю якості газу дасть змогу за короткий термін та без значних фінансових втрат визначати фізичні та хімічні характеристики даного енергоресурсу, а отже - можливість прив'язати до якості газу його ціну, вартість транспортування та зберігання. Застосування запропонованого приладу дозволить привести у відповідність до 3-го Енергетичного пакету Європейського Союзу систему комерційних розрахунків за спожитий природний газ і вивести її на новий для України рівень – споживачі платитимуть за спожиту енергію, а не за спожитий об'єм. Більше того, надання споживачам можливості оплачувати за фактично використаний природний газ, виходячи з його калорійності, одночасно дасть їм можливість оцінити власне

газоспоживання в порівнянні з користуванням електричною енергією і обрати найбільш прийнятний та економічно вигідний ресурс для забезпечення своїх потреб.

**Перелік використаних джерел:**

1. Гордієнко А.І., Богомолець І.Г., Чуб М.В. До питання переходу на облік природного газу як енергоносія // *Нафтова і газова промисловість*, 2001. – №3. – С. 42–43.
2. *Природний газ. Визначення енергії (ISO 15112:2007, IDT) : ДСТУ ISO 15112:2009 : [пер. з англ.]*. — К. : Держспоживстандарт України, 2010. — V, 48 с. — (Національний стандарт України).

## ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ЗА РОЗРОБЛЕНИМ ПРОГРАМНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ВРАХУВАННЯ НЕРІВНОСТЕЙ ПОВЕРХНІ

**Лютак З. П., Лютак І. З.**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

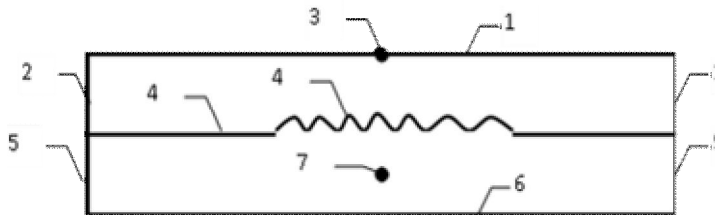
Ультразвуковий контроль є найпоширенішим методом серед існуючих неруйнівних методів. Збільшення точності контролю ультразвуковим методом дозволить розширити область його застосування та зробити більш універсальнішим.

Математичну модель поширення об'ємних ультразвукових хвиль побудуємо, використовуючи підхід Лагранжа, що є найбільш поширеним підходом опису ультразвукових коливань, рис. 1. В середині побудованої моделі є границя розділу середовищ рідина – сталь, що матиме нерівну границю. Ультразвукова хвиля поширюватиметься в напрямку від 3 до 7, рис. 1.

Рівняння руху елементарного об'єму пружного середовища при поширенні ультразвукової хвилі в рідині є таким [1]:

$$\frac{\partial p}{\partial x} + \gamma(x, \theta) \frac{\partial u}{\partial t} + \rho(x, \theta) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

де  $p$  – незрівноважена величина тиску в рідині;  $\theta_i$  – незалежне поле, таке як температура, суміші рідин, від яких залежить тиск в трубі;  $\rho$  - густина;  $t$  – час;  $u$  – зміщення елементарного об'єму в рідині;  $\gamma$  - об'ємний опір;  $x$  – декартові координати  $\{x_1, x_2, x_3\}$ .



1, 2 – границі рідкого середовища; 3 – місце генерування ультразвукової хвилі; 4 – контактна границя розділу рідина – сталь; 5, 6 – границі середовища сталі стінки труби; 7 – точка реєстрації коливань