

УДК 681.32

Ю.В. ДЕМЕНТЬЄВ, С.Ю. ДЕМЕНТЬЄВ

Вінницький національний технічний університет

КОНТРОЛЬ КІЛЬКОСТІ СПИРТУ ТА СПИРТОВОГО ПРОДУКТУ

В статті проведено аналіз умов визначення кількості етилового спирту та спиртового продукту на вузлі його обліку при виробництві спирту на спиртових заводах, обґрунтовано доцільність застосування сучасного електронного обліку спирту. Запропоновано перелік обладнання вузла обліку, методика та математичну модель роботи мікропроцесорного обчислювача.

Ключові слова: мікропроцесорний облік спирту та спиртового продукту.

Y. V. DEMENTYEV, S. Y. DEMENTYEV

Vinnitsa national technical university

CONTROL OF NUMBER OF ALCOHOL AND SPIRIT OF PRODUCE

The article analyzes the conditions determining the amount of ethyl alcohol and alcohol products on the site of his account in the production of alcohol distilleries, the expediency of application of modern electronic records of alcohol. A list of equipment unit accounting methods and mathematical model of the microprocessor calculator.

Keywords: microprocessor records of alcohol and alcohol products.

Вступ

Під час виробництва етилового спирту на спиртових заводах існуючі вимоги до таких виробництв потребують жорсткого та точного обліку його кількості. Існуючі на спиртових виробництвах методи обліку етилового спирту базуються на вимірюванні кількості мірних ємностей спиртового продукту механічними пристроями. Знаючи ємність мірної ємності та їх кількість визначають об'єм спиртового продукту. Визначивши лабораторним методом міцність спиртового продукту при поточній температурі вираховують кількість етилового спирту в спиртовому продукті.

Такий підхід до визначення кількості етилового спирту має суттєві недоліки та не відповідає сучасним вимогам. До основних недоліків слід віднести наступні:

- суттєва залежність об'єму спиртового продукту від поточної температури, значення якої
- враховується існуючими механічними мірниками у вигляді поправок з недостатньою точністю;
- визначення міцності спиртового продукту виконується лише періодично чи для певного об'єму спиртового продукту, який відвантажується споживачеві;
- неможливо підтримувати в режимі реального часу інформаційну систему контролю виробництва спирту та мати доступ до бази даних такого виробництва та його параметрів.

Основна частина

Для підвищення точності обліку виробництва спирту, контролю в режимі реального часу за параметрами спиртового продукту та створення інформаційної системи з можливістю віддаленого доступу до бази даних спиртового виробництва пропонуються наступні рішення.

Оскільки, згідно галузевим вимогам спиртового виробництва, максимальна похибка визначення кількості етилового спирту не має перевищувати 0.5%, то в якості первинного перетворювача пропонується використовувати масовий витратомір OPTIMASS-1000 німецької фірми KROHNE [1]. Такий витратомір працює на принципі виникнення сил Кориоліса при протіканні спиртового продукту та має після індивідуального калібрування на вузлі обліку похибку визначення густини продукту $\pm 0.5 \text{ г/см}^3$, а клас точності по масовій витраті складає 0.15%.

Витратомір OPTIMASS-1000 має уніфікований вихідний сигнал I_{ρ} постійного струму 4 - 20 мА пропорційний густині спиртового продукту та вихідний імпульсний сигнал, кількість імпульсів якого N визначає масу спиртового продукту M_n , а період імпульсного сигналу визначає витрату спиртового продукту. Оскільки густина продукту суттєво залежить від його температури, то необхідно ввести в склад вузла обліку температурний перетворювач.

Для вирішення задачі визначення кількості спиртового продукту та етилового спирту пропонується використовувати схему вузла обліку, наведену на рисунку 1.

На рисунку 1 спиртовий продукт 5 поступає з входу вузла обліку на його вихід по трубопроводу 2 через масовий витратомір OPTIMASS-1000 1. Вихідною інформацією витратоміра є сигнал I_{ρ} постійного струму 4 - 20 мА про густину спиртового продукту та імпульси N пропорційні масі спиртового продукту, які поступають на мікропроцесорний обчислювач 4. Сигнал I_t про температуру продукту також надходить в обчислювач у вигляді сигналу постійного струму 4 - 20 мА з перетворювача температури 3.

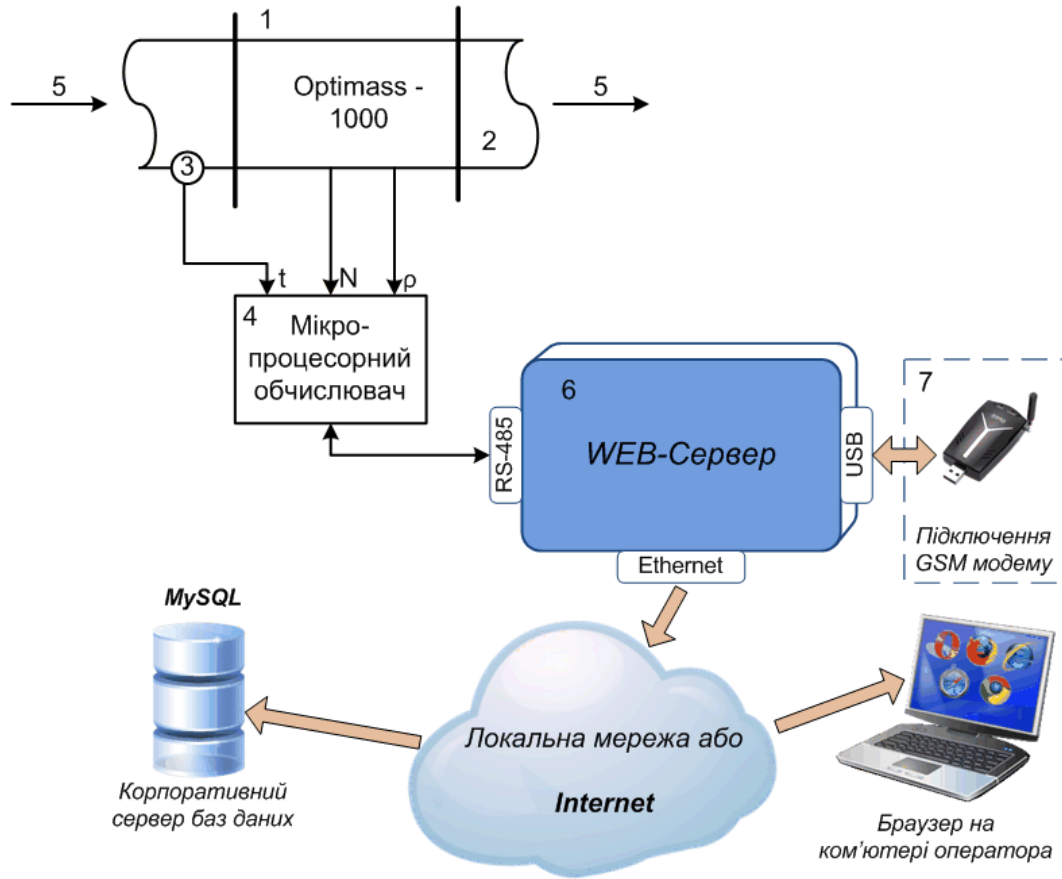


Рис. 1. Схема вузла обліку спиртового продукту та етилового спирту

Для доступу до бази даних вузла обліку з комп'ютерної мережі або за допомогою GSM модему 7 з використанням статичної IP- адреси використовується міні WEB-сервер бази даних 6, який для ведення бази даних в форматі MySQL читає інформацію з обчислювача 4 по послідовному інтерфейсу RS-485. Дані з обчислювача періодично зчитуються модулем 6. Оператор отримує всі данні через WEB-інтерфейс за допомогою будь-якого браузера на комп'ютері, який під'єднаний в локальну мережу з модулем WEB-сервера 6, або через Internet.

Масова кількість спиртового продукту T_{Σ} визначається обчислювачем 4 по співвідношенню

$$T_{\Sigma} = \frac{1}{C} \sum_{i=1}^n N_i, \quad (1)$$

де C - кількість імпульсів перетворювача на один кілограм спиртового продукту, N_i - число імпульсів, що надійшли на обчислювач в поточному циклі обрахунку маси спиртового продукту.

Рівняння (1) для обчислення об'єму спиртового продукту V_{Σ} перепишемо у такому вигляді

$$V_{\Sigma} = \frac{1}{C} \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{\rho_i}, \quad (2)$$

де ρ_i - густина спиртового продукту в поточному циклі обрахунку.

Об'ємна міцність спиртового продукту M_i , приведена до 20°C в i -му циклі обрахунку є функцією поточної температури та густини продукту $M_i = f(t_i, \rho_i)$. Тоді рівняння для обчислення об'єму етилового спирту V_{Σ}^c в спиртовому продукті при 20 °C матиме наступний вигляд

$$V_{\Sigma}^c = 0.01 \frac{1}{C} \sum_{i=1}^n M_i \frac{N_i}{\rho_i}, \quad (3)$$

Значення M_i можна визначати, користуючись таблицями [2], але використання такого підходу в мікропроцесорних пристроях потребує значної пам'яті для зберігання табличних значень міцності при широких діапазонах зміни температури і густини спиртового продукту та вноситься помилка інтерполяції при його обрахунку. Значно зручніше визначати об'ємну міцність спиртового продукту за допомогою математичної моделі $M_i = f(t_i, \rho_i)$.

Характер залежності об'ємної міцності спиртового продукту у відсотках $M_i = f(t_i, \rho_i)$ при зміні температури продукту в межах від нуля до 40°C та значення густини від 0.77 г/см³ до 0.85 г/см³ наведено на рисунку 2.

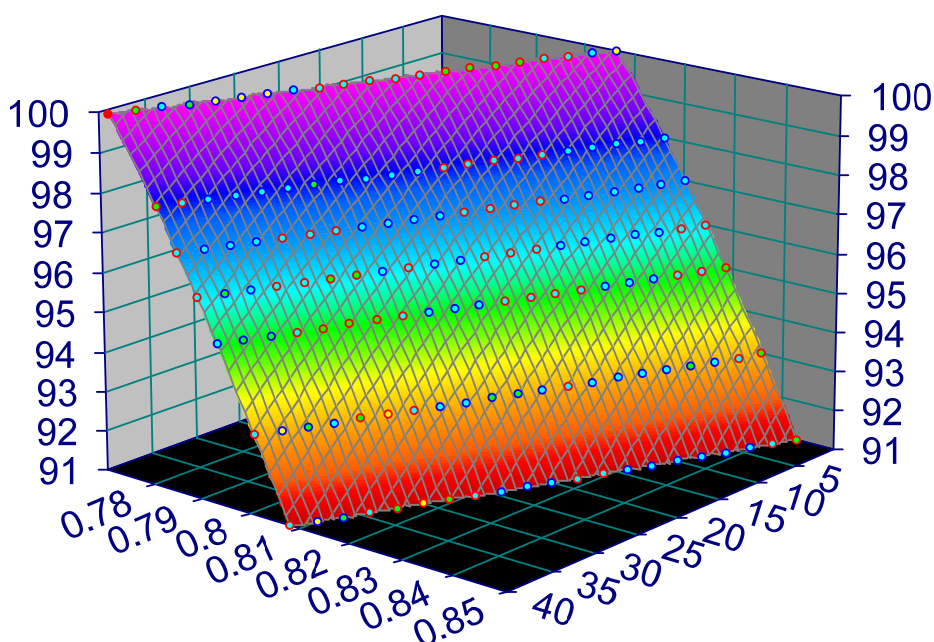


Рис. 2. Характер залежності об'ємної міцності спиртового продукту в залежності від його температури та густини $M_i = f(t_i, \rho_i)$

Для отримання математичної моделі $M_i = f(t_i, \rho_i)$ обчислення об'ємної міцності спиртового продукту у відсотках при зміні температури продукту в межах від 0°C до 40°C та значення густини від 0.77 г/см³ до 0.85 г/см³ на основі даних з [2] був складений повно факторний ортогональний план експерименту, факторами якого є температура та густина спиртового продукту, які надходять в обчислювач з первинних перетворювачів.

Для побудови моделі в зазначеному діапазоні використовувався програмний пакет "Table Curve 3D V4.0" та підготовлений план експерименту.

Критерієм вибору моделі є відсутність коливань моделі та максимальне значення коефіцієнта кореляції. В результаті отримана модель обчислення об'ємної міцності спиртового продукту у відсотках має наступний вигляд

$$M_i = a + bt_i + c\rho_i + dt_i^2 + e\rho_i^2 + ft_i\rho_i + gt_i^3 + h_i^3 + it_i\rho_i^2 + jt_i^2\rho_i, \quad (4)$$

де $a = -3092.823708947926,$
 $b = 11.65125389314443,$
 $c = 10880.94705021257,$
 $d = -0.01053962635392644,$
 $e = -12023.12124437745,$
 $f = -26.28273656146754,$
 $g = 6.617466959371681E-06,$
 $h = 4265.526839271644,$
 $I = 14.44005513020878,$
 $J = 0.01096653881790334.$

Для моделі (4) коефіцієнт кореляції має значення $r^2 = r_2 = 0.99998876$, а максимальне відхилення моделі складає менше 0.025 відсотка. Розподіл похибки обчислення коефіцієнта стисливості по моделі (4) наведено на рисунку 3.

Додатково до реалізації математичної моделі обчислення кількості етилового спирту мікропроцесорний обчислювач повинен виконувати і великий об'єм сервісних функцій. Основні функції, які повинен виконувати такий мікропроцесорний обчислювач є наступними.

1. Можливість конфігурування конкретного вузла обліку, що включає введення в обчислювач характеристик первинних перетворювачів температури, густини та кількості спиртового продукту, введення параметрів для роботи обчислювача в локальній інформаційній мережі (швидкість обміну, формат даних, тип інтерфейсу).

2. Можливість перегляду інтегральних значень маси та об'єму спирту та спиртового продукту, параметрів роботи обчислювача, поточної витрати маси та об'єму спирту та спиртового продукту, міцності

спирту та параметрів конфігурування первинних перетворювачів температури, густини та кількості спиртового продукту.

3. Ведення архіву даних в реальному астрономічному часі (погодинний та добовий архів, архів аварійних ситуацій, архів зміни параметрів конфігурування) з фіксацією архівних даних в енергонезалежній пам'яті.

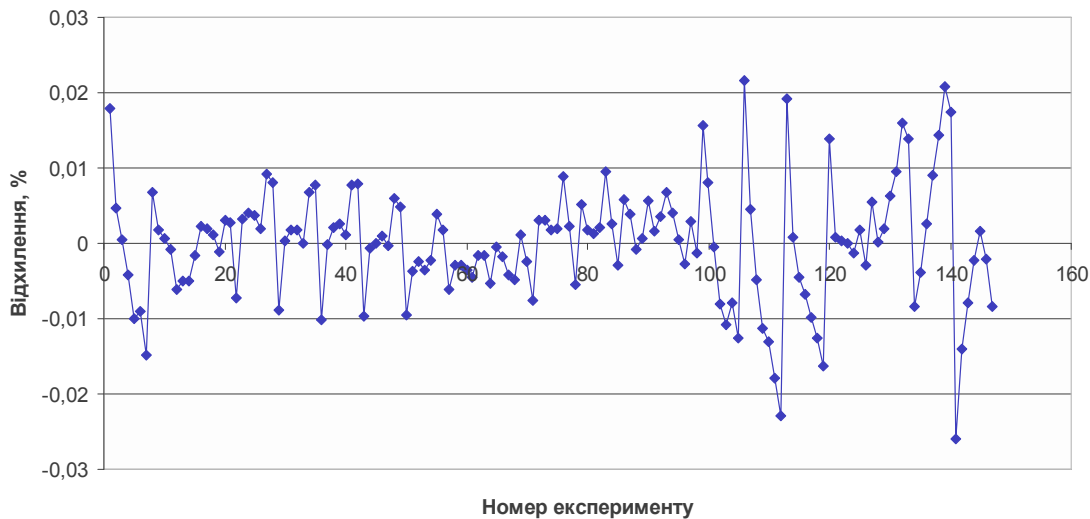


Рис. 3. Розподіл відносної похибки у відсотках визначення об'ємної міцності спиртового продукту

Висновки

Таким чином, в роботі наведені склад та принцип функціонування вузла обліку визначення кількості етилового спирту та спиртового продукту на підприємстві по виробництву спирту. Математичні моделі визначення кількості спирту та спиртового продукту дозволяють обчислювати їх кількість при зміні температури спиртового продукту від 0 °С до 40 °С та об'ємної міцності в межах від 91% до 100%. Відносна похибка визначення вузлом обліку об'єму етилового спирту не перевищує 0,2%. Всі дані про функціонування вузла обліку можна отримувати як з індикатора обчислювача так і через WEB-інтерфейс за допомогою будь-якого браузеру на комп'ютері, який під'єднано в локальну мережу підприємства з модулем WEB-сервера, або через Internet.

Сформульовано основні функції мікропроцесорного обчислювача для обліку кількості спирту та спиртового продукту.

Література

1. <http://www.krohne.com>
2. Янчевский В.К., Олийничук С.Т. Таблицы спиртометрические. Справочное пособие. -К.: УкрНИИспиртбиопрод, 2002. -592 с. ISBN 966-584-135-1.
3. Інструкція з приймання, зберігання, відпуску, транспортування та обліку спирту етилового. Видання офіційне. – Київ, 2009. -88 с.

References

1. <http://www.krohne.com>
2. Yanchevskiy V.K., Oliynichuk S.T. Tablytsi spyrtometricheskie. Spravochnoe posobie. -K.: UkrNIISpirtbioprod, 2002. -592 s. ISBN 966-584-135-1.
3. Instruktziya z priymannya, zberihannya, vidpusku, transportuvannya ta obliku spirtu etilovoho. Vidannya ofitsiyne. – Kiev, 2009. - 88 s.

Рецензія/Peer review : 25.7.2013 р.

Надрукована/Printed :14.10.2013 р.

Рецензент: д.т.н., проф., кафедри медико-біологічної апаратури
Вінницького національного технічного університету Злепко С. М.