

Безвесільна О.М., д.т.н., проф., проф. кафедри «Приладобудування»
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського»

Ткачук А.Г., к.т.н., доц., зав. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Чепюк Л.О., к.т.н., доц. кафедри М та ІВТ

Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИБІР ВЕЙВЛЕТ-БАЗИСУ ДЛЯ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Критерій відбору необхідного вейвлет-базису визначається з наявності апріорних відомостей про вхідний сигнал. З урахуванням характерних особливостей різних вейвлетів в часовому і в частотному просторі, можна виявляти в аналізованих сигналах ті чи інші властивості і особливості, які непомітні на графіках сигналів, особливо в присутності шумів.

Відповідно, вибір відповідного вейвлета цілком залежить від поставленого завдання і типу ідентифікованого сигналу, для якого потрібно провести вимірювання параметрів і визначення характеристик. Необхідно спиратися на те, щоб вейвлет належав такому ж класу функцій, що і сам досліджуваний сигнал і володів подібними частотно-часовими характеристиками.

Якщо перед вимірювальною системою стоїть не тільки завдання виявлення сигналу, але і подальше його відновлення (або його частини), то список допустимих до використання функцій може бути звужений, за рахунок відмови від нерегулярних і асиметричних вейвлет-базисів, тому що вони не призначені для вирішення завдання відновлення сигналу за коефіцієнтами. Це може бути актуально для випадку, коли аналізована вхідна послідовність повинна бути відфільтрована від шумів і відновлена з метою дослідження.

Одним з допустимих критеріїв відбору вейвлета є використання такого показника як число нульових моментів « m » вейвлета. Їх облік важливий при побудові масштабуючої вейвлет-функції і ступеня її деталізації. Гладкість вейвлета, наприклад, грає роль при зворотному перетворенні, коли необхідно згладити помилки, викликані стисненням (відкиданням незначно малих вейвлет-коефіцієнтів).

Порядок вейвлет-фільтра n_w – характеристика, яка визначає кількість дискретних відліків, які займає базова вейвлет-функція (рис. 1). Це значення залежить від числа нульових моментів використовуваного фільтра. Вираз перерахунку для вейвлетів сімейства Добеши має вигляд: $n_w = 2m - 1$. Для деталізації найвищих частот сигналу це значення (з урахуванням обраної частоти дискретизації) не повинно перевищувати період самої високочастотної гармоніки в сигналі.

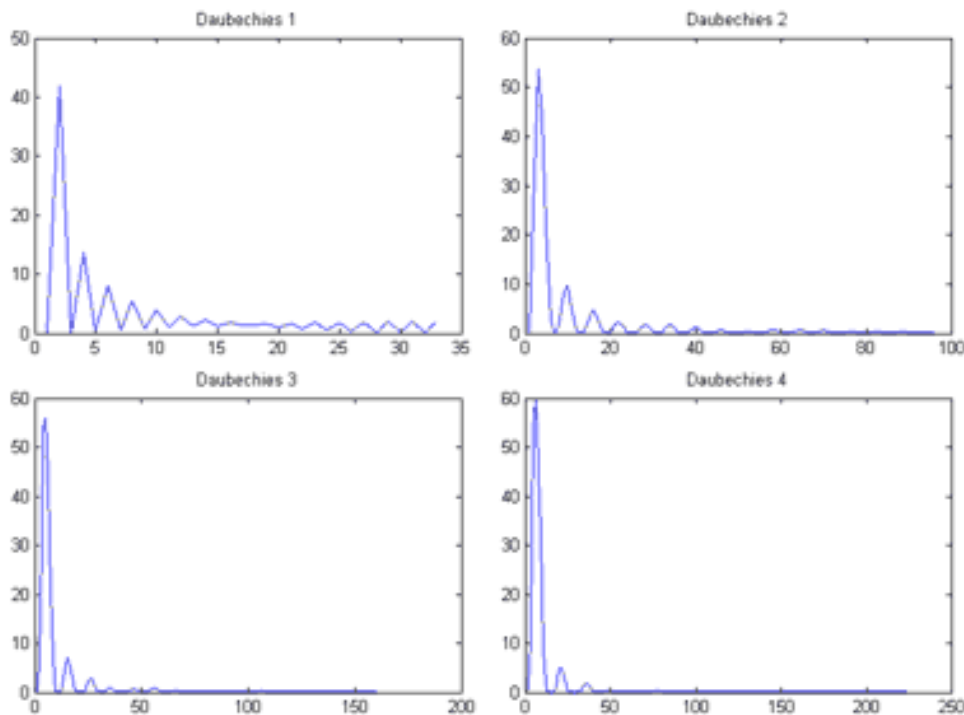


Рис. 1. Зміна порядку фільтра Добеши

Результат вейвлет-перетворення і ступінь його деталізації (дозволу), безпосередньо залежить від кількості дискретних відліків вейвлет-фільтра n_w .

При високих порядках вейвлета зростає ступінь деталізації фільтра, тим самим збільшується якість фільтрації, за рахунок більш крутої амплітудно-частотної характеристики, однак також росте і обсяг обчислень при перетворенні. А при зменшенні порядку (ширини вікна) вейвлета перетворення виділяє все більш високочастотні складові, але амплітудно-частотна характеристика при цьому більш полого. У разі якщо вимірювальний сигнал піддається сильним високочастотним флуктуаціям для контролю швидкоплинних компонент краще використовувати низький порядок вейвлета, здатний швидше реагувати на перешкоди даного типу. Для контролю низькочастотних сигналів слід застосовувати вейвлети більш високого порядку. Вибір порядку вейвлета визначається не тільки гладкістю сигналу, але і необхідним рівнем стиснення, і обчислювальною складністю алгоритму, що використовується при обчисленнях.

Теорія вейвлет-аналізу також допускає конструювання вейвлет-базисів безпосередньо під ту локальну особливість в сигналі, яка підлягає виділенню або виявленню (якщо її форма апріорно відома). Існує велика кількість різновидностей застосовуваних для перетворення вейвлетів і їх використання багато в чому залежить від форми вихідного сигналу.

Дискретне вейвлет-перетворення здійснюється за допомогою розкладання вихідного сигналу на взаємно ортогональний набір вейвлетів, що є основною відмінністю від безперервного перетворення. Оскільки для повної реконструкції сигналу можуть бути застосовані тільки ортогональні вейвлети з компактним носієм, то перевагою вейвлетів сімейства Добеши перед іншими вейвлетами є те, що їх використання не вносить додаткової надмірності в вихідні дані і сигнал може бути повністю відновлений з використанням квадратурних дзеркальних фільтрів. Даний тип вейвлетів (рис. 2) розраховується за допомогою ітераційних виразів, а форма залежить від ступеня полінома і кількості розрахованих коефіцієнтів.

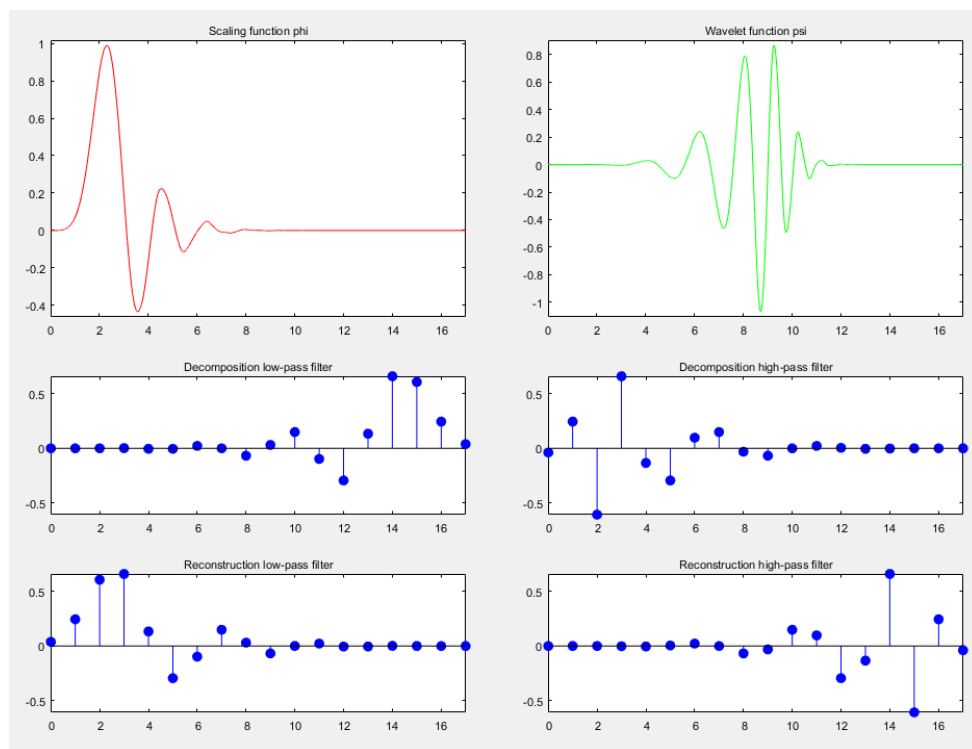


Рис. 2. Фільтри Добеши, масштабуюча функція ψ (зліва) і вейвлет функція ϕ (праворуч)

Основні властивості вейвлетів сімейства Добеши:

- Мають хороший локалізований спектр в частотній області, характеризуються двома функціями: вейвлет-функцією ψ і масштабуючою функцією ϕ .
- Є вейвлетами ортогонального типу, зосереджені на кінцевому інтервалі часу і мають кінцеву кількість фільтруючих коефіцієнтів.
- Здатні повністю відновити довільний локальний сигнал на нульовому рівні реконструкції.
- Мають можливість виконувати дискретні перетворення із застосуванням алгоритмів швидкого вейвлет перетворення (ШВП).

Безвесільна О.М., д.т.н., проф., проф. кафедри «Приладобудування»

Котляр С.С., к.т.н., асист. кафедри «Приладобудування»

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського»

Ільченко М.В., с.н.с.

ПАТ «НВО «КЗА»

СТРУКТУРНІ СХЕМИ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ

У літературі недостатньо робіт присвячених стабілізаторам, у яких було б вирішено задачі підвищення точності, швидкодії; зміни моделі побудови стабілізаторів з метою підвищення точності. Не показано структурні схеми побудови стабілізаторів. З огляду літератури встановлено, що побудова приладових систем стабілізаторів може бути виконана в залежності від принципу: регулювання, кількості площин стабілізації, виду вимірюваної координати, функції гіроскопа, виду схемо-технічного виконання, типу виконавчого приводу та ін. (рис. 1).



Рис. 1. Принципи побудови стабілізаторів



Рис. 2. Функціональна схема каналу стабілізатора

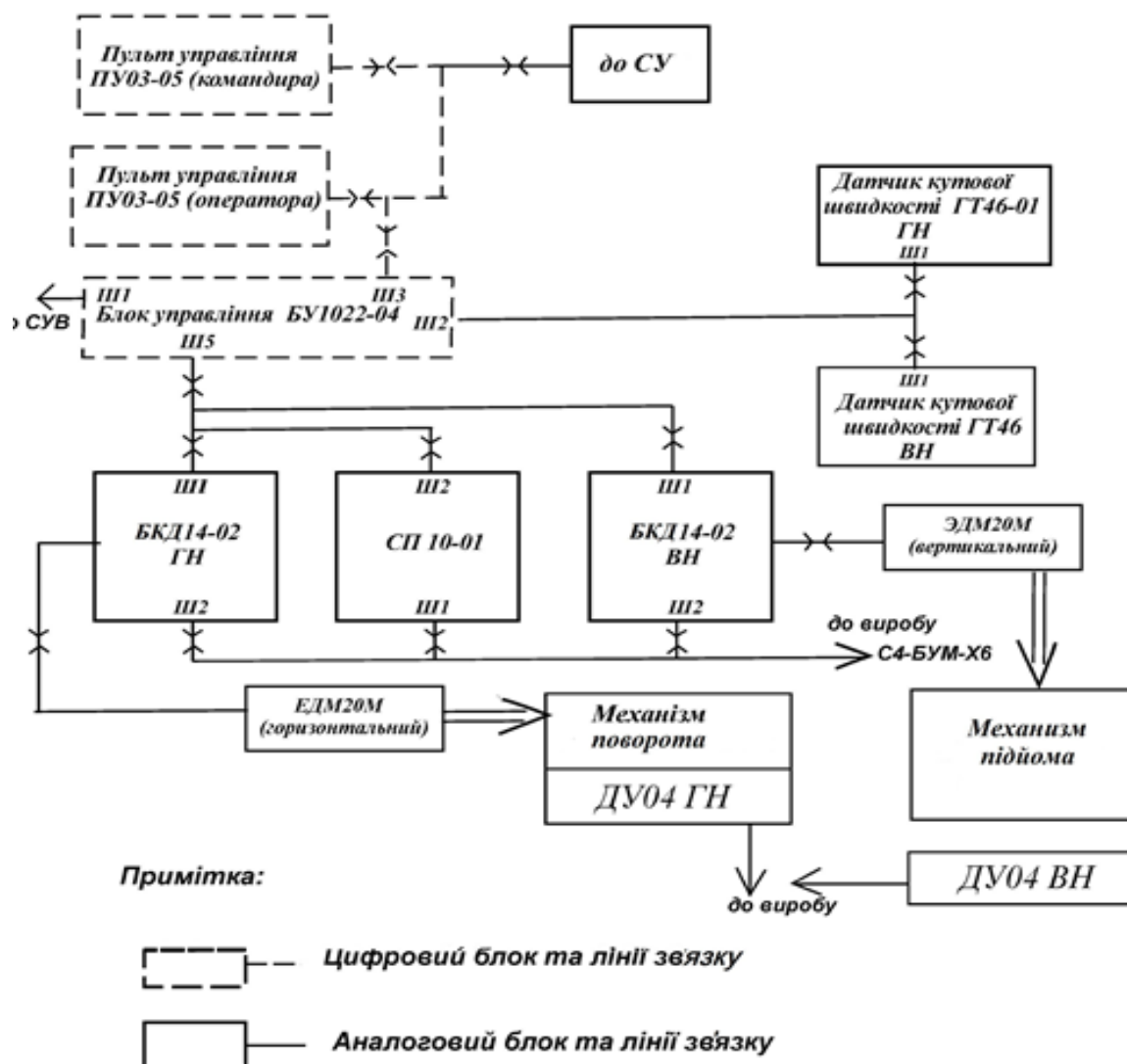


Рис. 3. Структурна схема цифрової системи стабілізації

Основу побудови стабілізатора, як системи автоматичного регулювання, незалежно від принципу побудови складає схема, що наведена на рис. 2. Структурну схему цифрової системи стабілізації відображена на рис.3. Сигнал $U_{\text{сигн}}$ – сигнал з сенсорів інформації для приладового комплексу стабілізації. Це сигнал з датчиків кутової швидкості по каналу вертикального наведення (ВН) ДКШ-ВН (ГТ46) та з ДКШ-ГН (ГТ46-01) по каналу горизонтального наведення (ГН). Сигнал $U_{\text{упр}}$ – сигнал управління з обчислювача стабілізатора. Це сигнал з блоку управління БУ1022-04 (рис. 3), що надходить на блоки керування двигуном БКД14-02 ГН (ВН). Сигнал $Z_{\text{вих}}$ – сигнал на вході двигуна. Це сигнал, що надходить з БКД14-02 на двигуни ЕДМ20М ГН(ВН).

Сигнал $M_{\text{дв}}$ – механічний обертаючий момент, який передається з валу двигуна на механічний привід (механізм повороту або механізм підйому) для усунення розузгодження між заданим положенням та поточним положенням об'єкта стабілізації.

Сигнал $U_{\text{ос}}$ – сигнал зворотного зв'язку по струму або напрузі. У стабілізаторі (рис. 3) одночасно використовуються обидва сигнали по струму та напрузі.

На підставі наведеного вище, робимо висновок, що регулятор – це комплекс приладів, датчиків та механізмів, що працює за заданою програмою та автоматично компенсує механічні впливи на об'єкт регулювання. Об'єкти регулювання – це механізми (блок наведення по каналу ВН та блок наведення по каналу ГН), в яких постійно регулюються вихідні характеристики $Z_{\text{вих}}$.

Шавурський Ю.О., к.т.н., доц.,
доц. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
Державний університет «Житомирська політехніка»

ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ ВИТРАТОМІР ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПОТОКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ПАЛИВА

Використання палива для автомобільних двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) є актуальною темою в Україні. Досить часто ми зіштовхуємося з проблемою, коли з року в рік ціна на паливо може зростати, що не зовсім вигідно ні для власників транспортних засобів ні для автомобілів перевезення вантажів, великогабаритних автомобілів, рейсових і т.п. Тому для оптимізації показників та економії витрати палива у режимі реального часу з високою точністю було досліджено електромагнітний витратомір, у паливній магістралі двигуна. Принцип дії цього витратоміру базується на законі електромагнітної індукції Фарадея і Генрі, коли паливо протікаючи по магістралі трубопроводу буде перетинати лінії магнітного потоку. Відповідно у електропровідному матеріалі індукується електрорушійна сила, пропорційна до швидкості її руху. Рідина служить провідником, що рухається через магнітне поле, яке створюється індукційною котушкою під напругою навколо проточної трубки. Величина індукованої напруги прямо пропорційна швидкості та типу провідника, діаметру трубки та напруженості магнітного поля.

Математично описати процес вимірювання можна за законом Фарадея, як:

$$E = kBLV$$

де: V – швидкість провідної рідини у вигляді палива; B – напруженість магнітного поля; L – відстань між електродами; k – постійна; E – напруга, виміряна на електродах.

Струм, що проходить через котушки поля соленоїда, генерує кероване магнітне поле. Конкретна форма хвилі збудження є важливим аспектом електромагнітних витратомірів, і використовується багато типів, включаючи низькочастотну прямокутну хвилю, синусоїду частоти лінії електропередач, двочастотну хвилю та програмовану ширину імпульсу. Струми збудження для електромагнітних витратомірів, як правило досить великі по відношенню до інших методів витрат і становлять в середньому від 125мА до 250мА, що охоплюють лінійні діапазони вимірювання витрат.

Чутливі елементи є також важливими для вимірювання і являють собою ємнісні електроди, які встановлені в зовні паливопроводу.

Датчик було вибрано з платиного матеріалу, який має швидкість корозії менше 0,002 дюйма на рік і може працювати в середовищах до 120 °С.

На точні показники вимірювання витрат палива впливають різні показники, а саме: температура палива, його густина, швидкість потоку та інші фактори, які контролюються через вихідний модуль програмованого логічного контролера (ПЛК).

Ультразвукові витратоміри використовують неінвазійний метод вимірювання, що підвищує його надійність, але їх не можна використовувати з сильно забрудненими рідинами, при цьому добре працюють з в'язким середовищем, що добре для дизельного пального при низьких температурах.

Точність вимірювання витрати палива електромагнітним витратоміром сягає 0,2 % при низьких і великих об'ємних витратах з мінімальним діаметром 0,125 дюйма, що й має багато підстав використовувати цей витратомір для майбутніх досліджень.

Отже, електромагнітні витратоміри є найпоширенішими типами проточних витратомірів, які дійсно варті уваги для дослідження і впровадження їх у багатьох сучасних транспортних засобах. Завдяки їх використанню, можна добитися високої точності вимірювань витрат палива, з можливістю оцифрування і передачі даних через АЦП на бортовий пристрій автомобіля для зручності контролю та спостереження вихідними даними.

Безвесільна О.М., д.т.н., проф., проф. кафедри «Приладобудування»
 Котляр С.С., к.т.н., асист. кафедри «Приладобудування»
 О.С. Ключко, студ. кафедри «Приладобудування»

Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського»

Ільченко М.В., с.н.с.
 ПАТ «НВО «КЗА»

ПРИНЦИП ДІЇ СТАБІЛІЗАТОРА

Стабілізатор складається з двох незалежних один від одного каналів горизонтального та вертикального наведення. Для зручності розглянуто роботу сукупності приладів і функціональних вузлів, що забезпечують стабілізацію й наведення у вертикальній та горизонтальній площинах, розділено та названо: «привід ВН» (рис. 1) та «привід ГН» (рис. 2), відповідно.

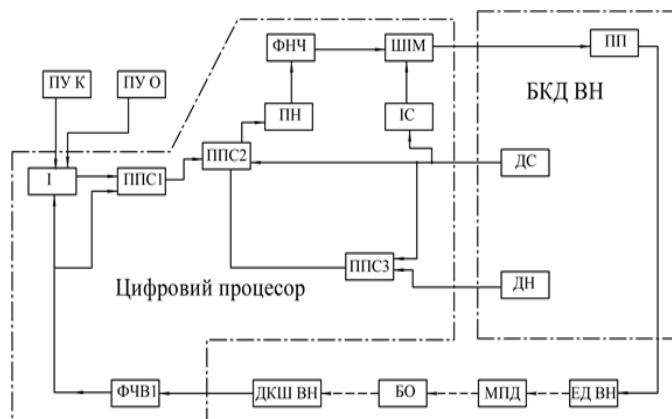


Рис. 1. Функціональна схема приводу ВН

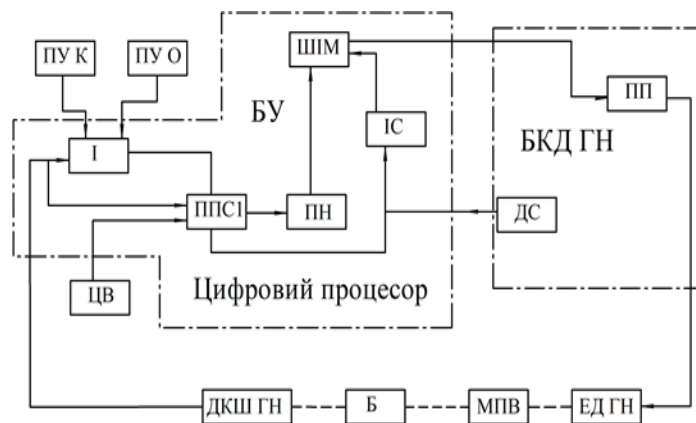


Рис. 2. Функціональна схема приводу ГН

Для кращого розуміння складу та принципу роботи приладового комплексу стабілізації (ПКС) наведемо функціональні схеми каналів вертикального та горизонтального наведення (рис. 1 та рис. 2) аналогового стабілізатора СВУ-500. Схеми функціональні цифрових систем стабілізації побудовані практично на однакових принципах, за винятком окремих особливостей, які характерні для окремого каналу. Так основою системи стабілізації є наявність у контурах керування обов'язкових елементів: 1) гіроскопічних датчиків ДКШ ВН та ДКШ ГН (в яких осі чутливості направлені так, щоб фіксувати зміни кутових швидкостей по каналах ГН або ВН), 2) блоків управління БУ, 3) блоків керування двигунам – БД ВН(ГН); 4) виконавчих двигунів ЕД ВН(ГН), 5) редукторів механізму повороту МПВ та механізму підйому МПД, 6) об'єкту, положення якого стабілізується у просторі – блоку горизонтального наведення Б або блоку вертикального наведення БО, 7) пультів управління по каналах наведення ПУ О (ПУ К).

Безвесільна О.М., д.т.н., проф., проф. кафедри «Приладобудування»
 Котляр С.С., к.т.н., асист. кафедри Приладобудування
 Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського»

Ільченко М.В., с.н.с.
 ПАТ «НВО «КЗА»

Морозов А.В., к.т.н., доц.
 Державний університет «Житомирська політехніка»

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ У ГАЛУЗІ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ПОХИБОК СТАБІЛІЗАЦІЇ

Аналітичний огляд літератури в частині методів вимірювання похибки стабілізації визначається декількома технічними документами, в яких надано методики перевірок похибки стабілізації. Ці методики та прилади для контролю були розроблені у середині 60–80 років. Нажаль, навіть в спеціальній технічній літературі немає опису методики вимірювання динамічної похибки стабілізації. Технічні вимоги визначені, але методика не наведена. Одна з відомих класичних методик, за якою визначалась середня похибка стабілізації цілої лінійки аналогових стабілізаторів 2ЕЗ6-1 у польових умовах на нормалізованій трасі (рис. 1), базувалась на методі кінофотографування за допомогою кіноапарата з об'єктивом.

Після виконання трьох заїздів по типовій трасі проводилась обробка кіноплівки та по кожному кадру вираховувалось відхилення лінії стабілізації від перехрестя на щит $L1$ та $L2$ (рис. 2). Обробка кожної кривої точності починалась із проведення середньої лінії. Для цього ділянки кривої між двома найближчими максимальними відхиленнями ділились навпіл, та отримані точки з'єднувались плавною лінією 1.

Ділянки лінії 1 між двома найближчими максимальними відхиленнями також ділились навпіл і отримані крапки, позначені x , з'єднувались плавною лінією, яка з достатньою точністю і є середньою лінією для коливань блоку, похибка якого вимірюється.

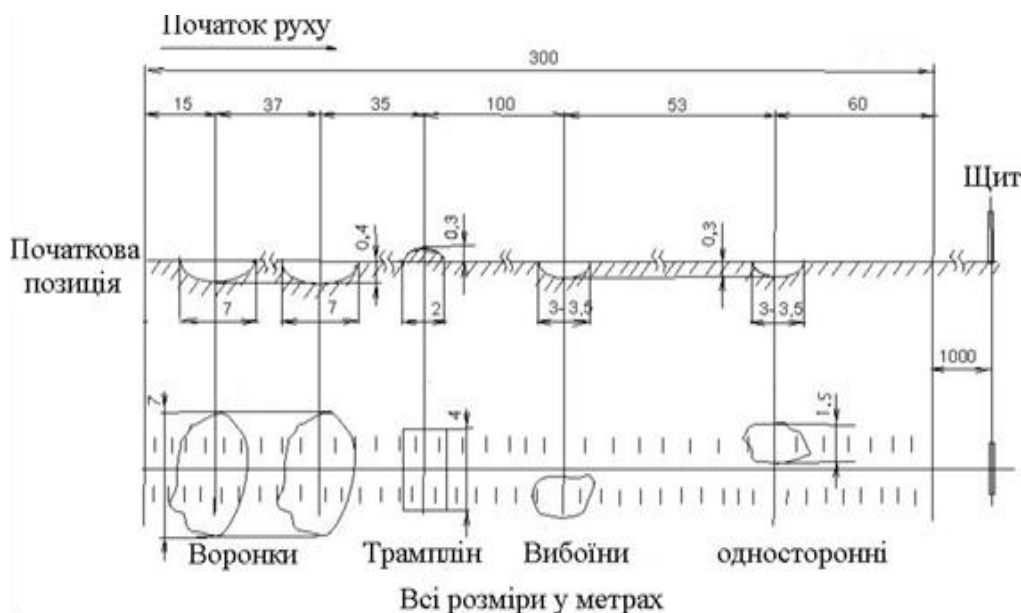


Рис. 1. Типова траса для визначення середньої похибки стабілізації

Як ми бачимо, метод виміру середньої похибки стабілізації досить трудомісткий. Він проводився тільки на періодичних випробуваннях стабілізатора (на двох серійних стабілізаторах у рік). Також, він потребував наявності нормалізованої траси, додаткової спеціальної кіноапаратури, кіноплівки та проведення некваліфікованих рутинних робіт щодо визначення координат відхилень по кожному кадру кіноплівки, побудові графіків середньої лінії, кривої розподілу, по якій визначається значення середньої похибки стабілізації.

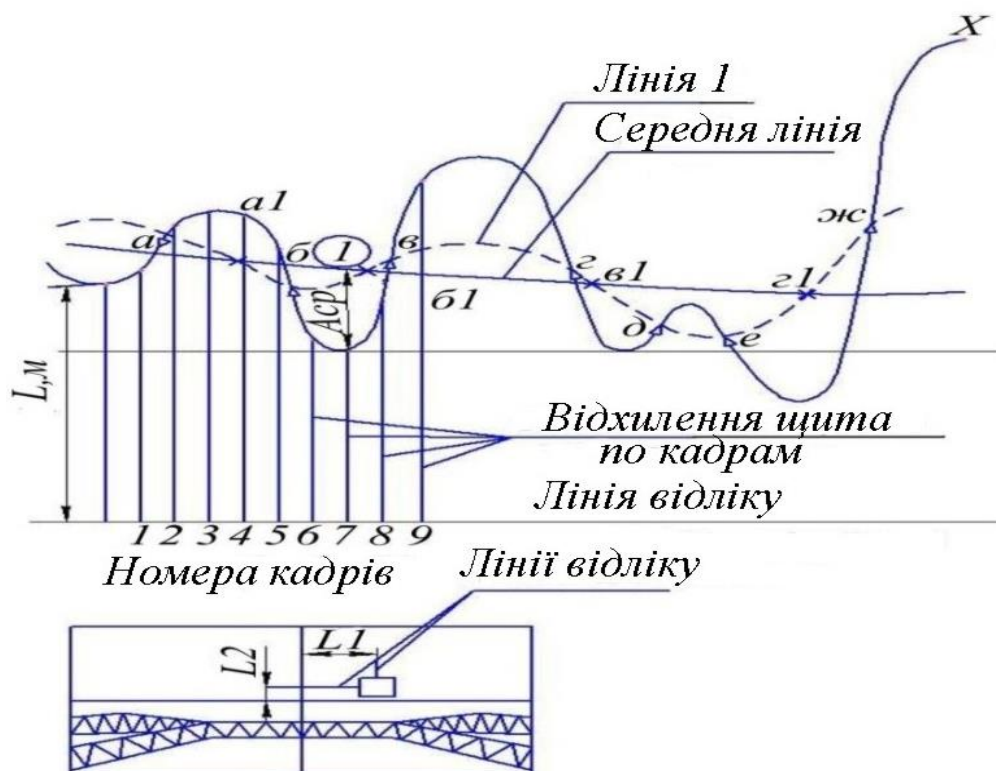


Рис. 2. Приклад обробки кінограми похибки стабілізації

Цей метод визначення середньої похибки застосовується і зараз для перевірок похибок цифрових стабілізаторів, але він дещо змінився у позитивну сторону, враховуючи те, що не має необхідності встановлювати кінокамеру.

Її замінив оптико-електронний модуль, інформація з якого надходить на вхід відеомонітора, до якого приєднується через пристрій погодження Pinnacle MovieBoxPlus USB, за допомогою якого відеозображення передається для запису на ноутбук.

Після виконання випробувань, інформація за спеціально розробленою програмою обробляється на комп'ютері, який за підсумками обчислення видає значення середньої похибки стабілізації по каналам горизонтального та вертикального наведення.

Стасюк О.В., магістрант, гр. АТ-24м, ФКІТМР
Коваль А.В., к.т.н., доц., доц. кафедри А та КІТ ім. проф. Б.Б. Самотокіна
Державний університет «Житомирська політехніка»

ЩОДО МЕТОДІВ МОНІТОРИНГУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ШКІДЛИВИХ ТА ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ГАЗІВ В ПОВІТРІ

Зміни, що відбуваються в атмосфері планети обумовлені впливом як природних, так і антропогенних біосферних факторів. Для кращого розуміння процесів потрібно відокремлювати зміни за типом факторів що їх викликають, для чого і потрібні спеціальні спостереження за різними параметрами оточуючого середовища, які змінюються внаслідок антропогенного впливу. У спостереженні за такими процесами, оцінюванні поточного фактичного стану біосфери та прогнозуванні розвитку її стану і полягає сутність моніторингу. На сьогоднішній день контроль за станом повітря відбувається шляхом ручного збору проб постами спостережень в конкретних місцях та подальшому лабораторному аналізу цих проб. Загалом пости спостережень можна поділити на ручні і автоматизовані системи спостережень та контролю оточуючого середовища. Частіше всього пости спостережень знаходяться в регіонах найбільшого скупчення людей, і тому їх задачею є моніторинг широкого спектру газів і домішок у повітрі, що можуть нести шкоду людям, а також отримання загальної інформації про стан повітря в цілому, при цьому головними елементами моніторингу є: двоокис сірки (SO_2), окис вуглецю (CO), оксиди азоту (NO_x) та концентрація пилу. Пости, що контролюють забруднення повітря можуть бути мобільними та стаціонарними, встановлюючись при цьому як всередині будинків так і ззовні.

Стаціонарні пости являють собою пости спостережень з приладами автоматичного контролю концентрацій забруднюючих речовин, групами приладів для автоматичного і ручного відбору проб повітря на вміст газоподібних домішок, сажі і пилу, групу приладів для автоматичного і ручного контролю метеопараметрів. Такі пости обслуговуються операторами та розташовуються у місцях найбільшого скупчення людей.

Маршрутні пости спостереження являють собою спеціально облаштовані автолабораторії, задачею яких є регулярний відбір проб повітря у фіксованих точках місцевості. Маршрути таких автолабораторій змінюються щомісячно для того, щоб в кожній точці моніторингу проби були взяті в різні періоди доби в однакові дні. Робиться це для фіксації періодів найбільшого забруднення повітря.

Пересувні пости спостереження використовуються під димовим факелом з метою виявлення зони його впливу. Проби відбирають за переважаючим напрямком вітру на відстанях: 0,2; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 15; 20 км від джерела забруднення. Допоміжні точки встановлюють у зоні формування максимальної концентрації, на межі санітарної захисної зони.

Автоматизовані системи спостережень та контролю оточуючого середовища призначені для постійного контролю за змінними у часі та просторі характеристиками забруднення і метеорологічними параметрами повітряного простору, поділяються на 2 типи: промислові та міські, головною відмінністю котрих являється місце позиціонування, промислові системи збираються інформації на території самих підприємств, тоді як міські знаходяться у містах та виконують функції стаціонарних постів спостережень.

Виходячи з усього вищесказаного можна назвати головний недолік існуючих систем моніторингу – низька мобільність, що призводить до зменшення досліджуваної зони окремо взятим постом дослідження, та відповідно збільшеними витратами для повного покриття тих чи інших зон дослідження.

Одним із можливих способів вирішення такого недоліку може бути проект автономної міні-станції на безпілотному літаючому пристрої, що буде облаштована всіма необхідними датчиками та надаватиме користувачеві інформацію про стан повітря з необхідної йому позиції. Такий пристрій зможе не лише вдосконалити функціонал вже існуючих станцій, а й дозволить збирати інформацію в раніше недоступних місцях, проводячи всі необхідні розрахунки на місці дослідження, зменшуючи тим самим час, який міг бути витрачений на збирання проб, та їх подальше транспортування до найближчих постів моніторингу. Більше того, такий пристрій зможе самостійно збирати проби повітря у випадках коли його функціонал буде не достатньо для проведення повноцінного дослідження на місці, а встановлення такої системи на БПЛА дасть змогу проводити вимірювання у важкодоступних місцях.

На сьогоднішній день станції по контролю якості повітря є стаціонарними, що певною мірою обмежує для них зону досліджуваної території, звідси виникає необхідність у пристрої, що може бути встановлений на БПЛА та матиме можливість доступу до даних вимірювань в режимі реального часу.

РОЗРОБКА МАКЕТУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ОБ'ЄКТІВ З КОМПЛЕКСУВАННЯМ ДВОХ КАНАЛІВ ВИМІРЮВАННЯ

Вимірювання різноманітних механічних величин широко застосовуються на підприємствах по видобутку природного каменю. В даному випадку це параметри руху технологічного обладнання. Результати вказаних вимірювань використовуються для керування виробничими процесами і дотримання технологічних норм при видобутку природного каменю, контролю їх якості та підвищення конкурентоспроможності. Від вирішення цих складових залежить точність та надійність функціонування складних виробничих систем, якість промислової продукції, що виготовляється з природного каменю. Все це обумовлює необхідність підвищення точності та швидкодії засобів вимірювання параметрів руху технологічного обладнання. Для отримання точних результатів вимірювань використаємо комплексування вимірювань. А саме, два канали вимірювання: відеокамера та акселерометр. Тому постає задача в розробці макету для вимірювання параметрів руху об'єктів з комплексуванням двох каналів вимірювання.

В даний час в літературі відсутні дані про використання в задачах комплексування відеокамери, яка фіксує рух виробничого обладнання з малими швидкостями. Саме для таких режимів вимірювань і управління виробничого обладнання потрібно найбільша точність.

Таким чином, завдання розробки і моделювання алгоритмів оцінювання та комплексування даних від різних джерел вимірювання інформації для спостереження і управління за рухом виробничого обладнання є важливими і актуальними.

Метою роботи є підвищення точності визначення параметрів руху виробничого устаткування на основі комплексування відеокамери і акселерометра, а також моделювання оптимальних алгоритмів оцінювання параметрів руху, які отримані від зазначених засобів вимірювальної техніки. Для досягнення зазначеної мети необхідно розробити схему комплексування джерел вимірювання інформації для отримання ефективних оцінок параметрів руху виробничого устаткування методом фільтрації.

Побудована система складається (рис. 1.) з об'єкта вимірювання, пристрою формування цифрового зображення (відеокамера та додаткові пристрої вимірювання, наприклад акселерометр), обчислювального пристрою, програмного забезпечення та отримання результатів вимірювання параметрів.

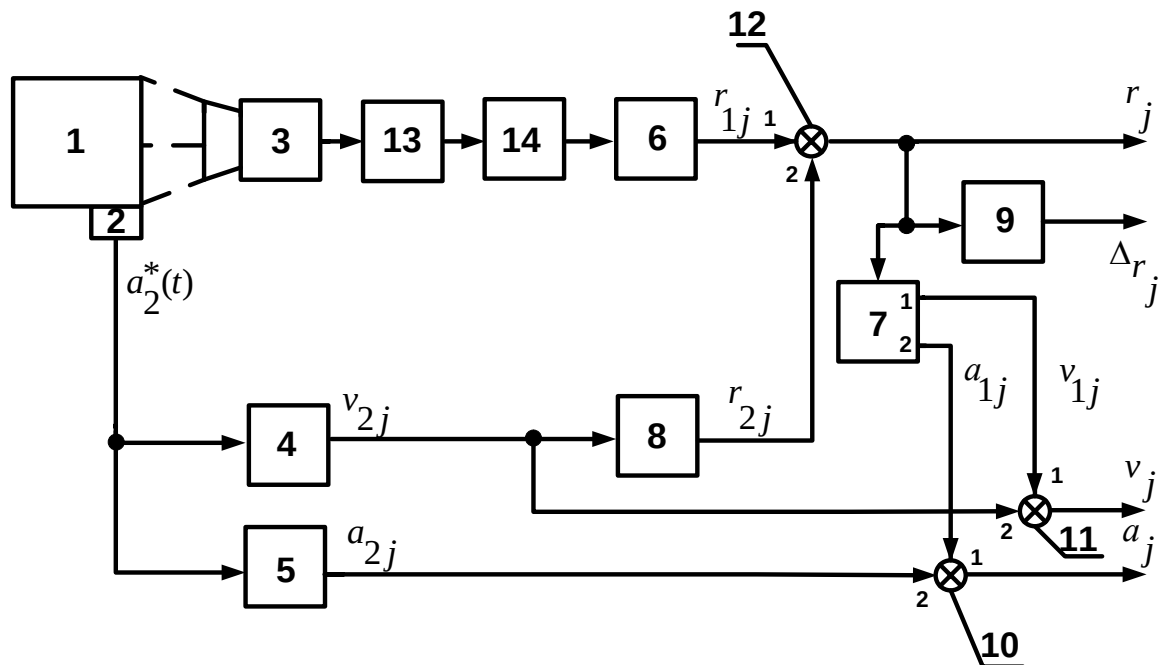


Рис. 1 Загальна схема вимірювального комплексу в складі акселерометра і відеокамери для вимірювання параметрів руху об'єкта вимірювань

1 – об'єкт вимірювань; 2 – акселерометр; 3 – пристрій формування відео зображень; 4, 8 – інтегратори; 5 – фільтр нижніх частот; 6 – блок визначення поточних координат; 7 – блок визначення швидкості та прискорення; 9 – блок обчислення переміщень; 10, 11, 12 – суматори

В якості методу комплексування обираємо комплексування вимірювальних пристроїв за схемою фільтрації. Схема фільтрації має симетрію в обробці інформації, яка надходить. Результати вимірювань у вигляді 2-х сигналів, які містять виміряні величини a_{1i} , x_{2i} і похибки, φ_1 , φ_2 :

$$r_{1i} = r + \varphi_1; r_{2i} = r + \varphi_2, \quad (1)$$

Така схема забезпечує вимір поточних координат об'єкту вимірювань двома незалежними вимірювальними каналами. Перший канал складається з акселерометра і двох інтеграторів і використовує для вимірювання поточних координат результат дворазового інтегрування вихідного сигналу акселерометра. Другий канал складається з пристрою формування відеозображень, двох диференціаторів, блоків визначення поточних координат і використовується для вимірювань відеозображення об'єкта вимірювань.

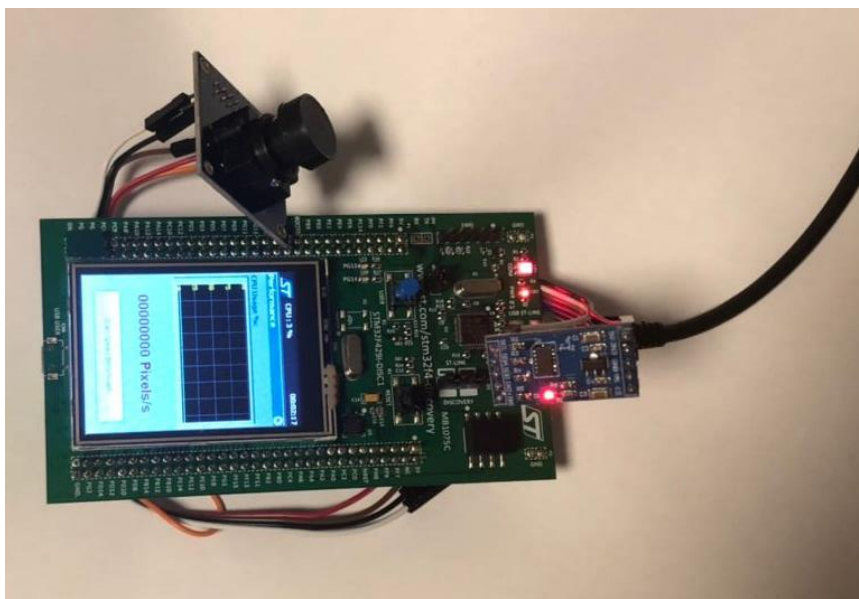


Рис. 2. Макет моделі для вимірювання параметрів руху об'єктів з комплексуванням двох каналів вимірювання

Діючий макет враховуючи рис.1 має наступні складові:

1. В якості пристрою формування відеозображень використовуємо цифрову відеокамеру Okystar CMOS 640x480 I2C мікро камера датчик OV7670.

2. Для реалізації аналого-цифрового перетворювача, блока пам'яті, блока визначення поточних координат, першого інтегратора та другого інтегратора, фільтру нижніх частот, першого суматора, другого суматора та третього суматора, блока обчислення переміщень, блока визначення швидкості та прискорення, блока задання інтервалів часу, першого елементу затримки та другого елементу затримки використовуємо налагоджувальна плата з лінійки Discovery від STMicroelectronics STM32F429.

3. В якості акселерометру застосуємо цифровий акселерометр LC Tehnologie ADXL345 3 Axa Accelerometru Modul.

На базі обраних елементів та схеми за рисунком 1 був складений макет для вимірювання параметрів руху об'єктів з комплексуванням двох каналів вимірювання рисунка 2. Даний макет дозволяє вимірювати та уточнювати переміщення, швидкість та прискорення завдяки двом каналам вимірювання.

Безвесільна О.М., д.т.н., проф., проф. кафедри «Приладобудування»

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського»

Льченко М.В., с.н.с.

ПАТ «НВО «КЗА»

Морозов А.В., к.т.н., доц.

Державний університет «Житомирська політехніка»

ЗАСТОСУВАННЯ ТВЕРДОТІЛЬНИХ ГІРОСКОПІВ ЗАМІСТЬ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ГІРОТАХОМЕТРІВ

Аналіз динамічних характеристик, приладового складу, структури та блоків відомих аналогових та цифрових стабілізаторів, побудованих на базі електромеханічних гіротахometrів ГТ46 та електродвигунів ЕДМ20 показує, що точність стабілізації при швидкодіючих неконтрольованих збуреннях (неконтрольовані удари, рух виробу по пересіченій місцевості) не може бути значно підвищена за наявності у електромеханічних гіротахometrів значного часу перебігу перехідних процесів та низької смуги пропускання частот.

Крім обмеження по точності стабілізації для ГТ46 та ЕДМ20, такт роботи обчислювача цифрового блоку управління складає 400 Гц та прийнятий у зв'язку з наявністю у складі стабілізатора блоку живлення для ГТ46. Це є стримуючим фактором для підвищення точності. Так, при тривалості зовнішніх збуджуючих ударів 5 мс, при дискретності роботи обчислювача 2,5 мс, реакція стабілізатора на усунення дії збуджуючих моментів може запізнюватись на 2,5 мс – тобто рівно на половину часу збуджуючого удару, що призводить до додаткової похибки.

Враховуючи наведене вище, можна сказати, що для підвищення точності необхідно реалізувати наступні технічні рішення:

1. Застосувати більш точні датчики кутової швидкості зі смугою пропускання частот 100 Гц та вище (чим вище, тим скоріше реакція на збуджуючі впливи);

2. Збільшити частоту роботи обчислювача до ≈ 1000 Гц.

Результати математичного моделювання показують, що при збільшенні частоти до 2 кГц динамічна похибка стабілізації зменшується у 2 рази порівняно з частотою 400 Гц, що мають сучасні стабілізатори;

3. Застосовувати електродвигуни з меншими електромагнітними та електромеханічними постійними і збільшеними пусковими та номінальними моментами. Доцільно підвищити номінальний момент до 2,6–3 Нм, а потужність до 800–1000 Вт;

4. Усунути вплив нульових сигналів датчика кутової швидкості (ДКШ), що призводять до самовідведення вертикального та горизонтального каналів при функціонуванні стабілізатора у тому числі і в режимі функціонування з підвищеною точністю (режим «УПР»);

5. Змінити модель побудови стабілізатора. Використовується модель сумісної стабілізації, при якій вертикальний та горизонтальний стабілізовані канали «жорстко» поєднанні з приладом спостереження за місцевістю, або вона ще має назву «залежної» стабілізації. Пропонується замінити цю модель на автономну або «незалежну» стабілізацію, де прилади не мають «жорсткого» поєднання. Для реалізації незалежної стабілізації необхідно включення до складу стабілізатора систему ударо- та віброзахисту (СУВ) спеціального приладу з стабілізованим полем зору (СПЗ) або стабілізованою лінією візування поля зору (СЛВ);

6. Розробити метод вимірювання динамічної похибки стабілізації, що дозволить проводити вимірювання одного з головних технічних параметрів – точності стабілізації без проведення додаткових польових випробувань;

Одним із визначених шляхів підвищення точності приладової системи вимірювання механічних параметрів та стабілізації є заміна традиційних електромеханічних гіроскопічних приладів, які мають вихідну аналогову інформацію, на твердотільні гіротахometrи (Коріолісові вібраційні гіроскопи або КВГ, волоконно-оптичні гіроскопи ВОГ, MEMS) з цифровою вихідною інформацією та значно розширеною смугою пропускання (рис. 1). Крім підвищеної швидкодії, вони мають наступну основну перевагу перед електромеханічними: ресурс роботи у 15–20 разів вищий тому, що вони не мають обертаючих частин, які обмежують ресурс роботи.

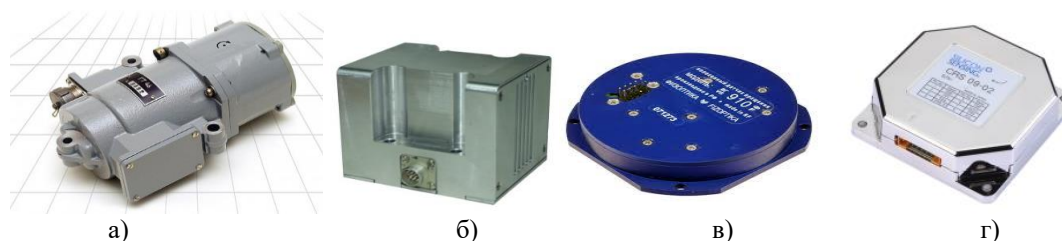


Рис. 1. Датчики кутової швидкості:

а) – електромеханічний гіроскоп ГТ46; б) – Коріолісовий вібраційний гіроскоп KBG26;
в) – оптико-волоконний гіроскоп ВГ910Ф; г) – мікромеханічний гіроскоп (MEMC) CRS03

З порівняльного аналізу технічних характеристик твердотільних гіроскопів, що найбільше відповідають вимогам приладової системи стабілізації в частині підвищення точнісних характеристик (табл. 1, 2), можна зробити висновок: найбільш технічно досконалими є Коріолісові вібраційні гіроскопи. Для обґрунтованого підтвердження цих висновків було проведено математичне моделювання окремих режимів роботи стабілізатора із застосуванням в якості ДКШ ГТ46, KBG, ВГ910Ф. При моделюванні було проведено оцінку впливу смуги пропускання та дискретності обчислення інформаційного обміну.

Таблиця 1

Порівняльні характеристики ДКШ

№	Технічний параметр	ГТ46	KBG	MEMC CRS03	ВГ910Ф
1	Смуга пропускання	30 Гц	100 Гц	100 Гц	(400/-) Гц
2	Час готовності	120 с	< 1 с	< 0,1 с	-/0,2с
3	Діапазон швидкостей	± 50 °/с	± 200 °/с, ± 400 °/с	± 75 °/с	± 370 °/с
4	Поріг чутливості	0,015 °/с	–	–	–
5	Масштабний коефіцієнт	0,17 В-с/град	0,04 1/(град сек)	15 мВ/(град сек)	5,5/7,5 мВ/(град сек)
6	Дрейф нуля		< 5 град/час		< 4 град/час
7	Шум	–	0,003 град/час	0,05 град/сек/√Гц	–
8	Діапазон температур	$-40 \div +70$ °C	$(-40 \div +75)$ °C	$(-40 \div +85)$ °C	$(-40 \div +70)$ °C
9	Напруга живлення	~3ф, 36В 400Гц (0,4) А	(15 ÷ 30) В, 2,5 Вт	–	+ 5 В (20 °C)
10	Стійкість до ударів	100 g (0,5-1) мс	–	500g	1/150 мс/g
11	Середнє напрацювання на відмову	1000 ч	> 500000 ч	–	60000 ч
12	Вихідний сигнал	аналоговий	RS-422, RS-485	–	аналоговий
13	Маса	2,3 кг	2,6 кг	30 г	≈ 120 г

Таблиця 2

Середній час напрацювання на відмову KBG

Умови довілля по застосуванню	СЧНВ*Дов. імовірність 99% годин (років)	СЧНВ*Дов. імовірність 99,9% годин (років)
Наземні рухливі об'єкти, E=4,0	408042 (46)	271929 (31)
Морські об'єкти в приміщенні, E=4,0	408042 (46)	271929 (31)
Літаки з екіпажем, вантажем, винищувач, E=5,0	326434(37)	217543 (24)

Національний технічний університет України

Ільченко М.В., с.н.с.

ПАТ «НВО «КЗА»

Котляр С.С., к.т.н., асист.

Клочко О.С., студ.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського»

В цій роботі наведемо результати, які отримані на підставі математичного моделювання – математичні моделі основних компонентів та каналів управління приладової автоматизованої системи стабілізації (моделі основних вузлів та блоків, що входять до складу приладової системи вимірювання механічних параметрів та стабілізації: пульта керування, гіротахметра ГТ46, датчика положення, блоку управління та ін.). Отримано математичні моделі вертикального та горизонтального каналів з редуктором і двигуном (рис. 1). Математичним моделюванням проведено дослідження щодо доцільності введення до режиму управління «УПР» функціонування приладової автоматизованої системи стабілізації з підвищеною точністю режиму «УПР-1», в якому відсутні відведення горизонтального та вертикального каналів.

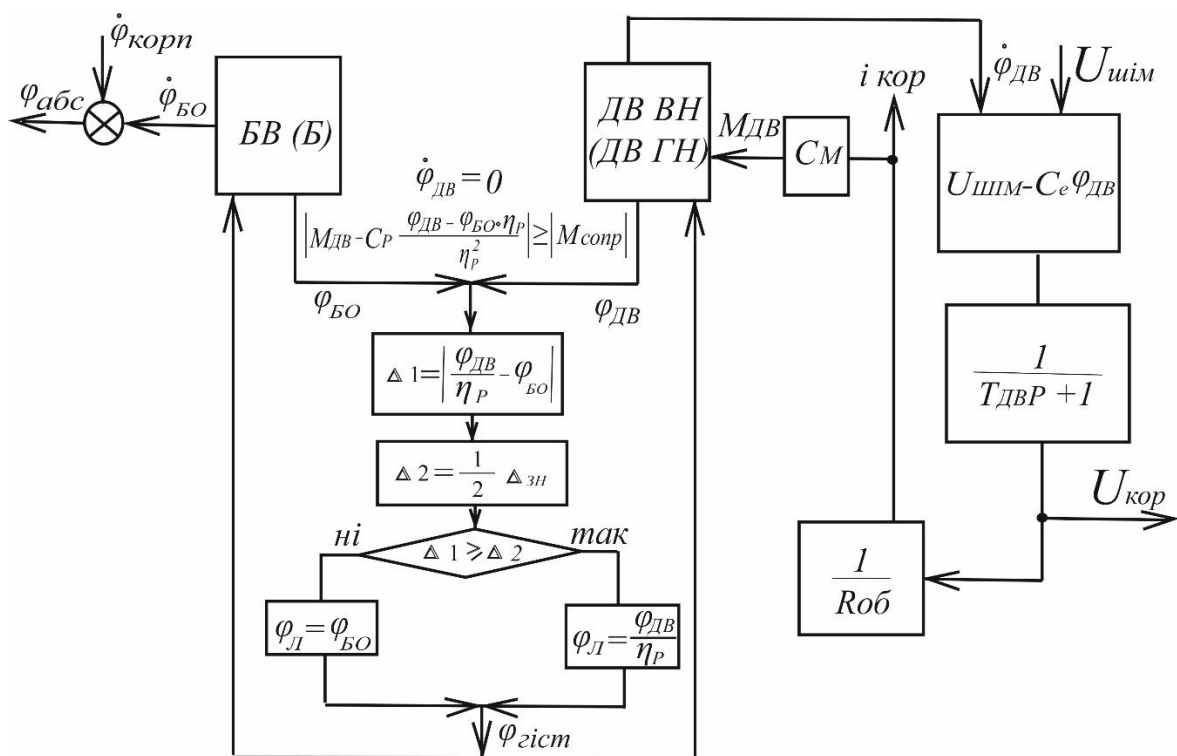


Рис. 1. Блок-схема математичної моделі вертикального (горизонтального) каналів наведення

Математична модель модуля (рис 1) є сукупністю наступних пристроїв: горизонтального (вертикального) каналів, блоку управління та двигуна вертикального наведення (двигуна горизонтального наведення). Математична модель двигуна складається з двох складових - блоку перетворювача, який містить вузол формування струму двигуна з урахуванням постійної часу двигуна, та блоку, що відтворює механічну частину двигуна. Вхідний параметр для двигуна – широтно-імпульсна напруга $U_{ШИМ}$, що сформована у блоці управління, та містить інформацію про кутову швидкість двигуна ϕ_{ABC} , яку необхідно розвинути для створення протидіючої ЕРС.

Тарарака В.Д., доц., доц. кафедри М та ІВТ

Паламарчук Д.А., студ., гр. МТ-1

Бородавко В.В., студ., гр. МТ-1

Чепюк Л.О., к.т.н., доц. кафедри М та ІВТ

Державний університет «Житомирська політехніка»

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПРОЦЕСУ НАНЕСЕННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ ПОКРИТТІВ

Процеси нанесення гальванічних покриттів знаходять найширше застосування в сучасній промисловості, в тому числі і машинобудівному виробництві. Гальванічні покриття є одним з ефективних методів захисту від корозії, так само широко застосовуються для додання поверхні деталей цінних спеціальних властивостей. Анодне окислювання – один з основних методів захисту від корозії. Поряд з високими захисними властивостями анодна плівка володіє так само високими адгезійними властивостями, завдяки чому вона є хорошою основою для лакофарбових покриттів.

Фізико-механічні властивості анодних покриттів залежать від великої кількості технологічних параметрів: катодний щільність струму, температура і рівень електроліту, рН розчину, тривалість процесу, концентрація сторонніх іонів в електроліті, характер кристалізації металу і т. п., які необхідно вимірювати і регулювати в процесі нанесення гальванопокриття. На технологічний процес анодного окислювання впливають зовнішні збурення - концентрація сторонніх іонів в електроліті (Z), стан поверхні покривається металу (K), винос електроліту в процесі промивки (Y), випаровування електроліту (I), досвід оператора (O). Незважаючи на те, що перераховані параметри змінюються стохастично їх вплив потрібно враховувати при управлінні процесом нанесення гальванопокриття.

Вхідними впливами, що забезпечують бажану поведінку технологічного процесу нанесення гальванопокриття анодної плівки, є, перш за все, потужність, що подається на ТЕНІ (P), концентрація компонентів електроліту (C), тривалість технологічного процесу (τ), площа покривається деталей (S), рівень електроліту (L), якість попередньої обробки металу (H). Вихідними керованими діями є температура (T) і рівень електроліту (L), кислотність електроліту (pH), тривалість технологічного процесу (τ), щільність струму (J).

Температура електроліту. Для отримання покриттів високої якості потрібне дотримання граничного температурного режиму. Підвищення температури призводить до підвищення виходу по струму, осадки виходять більш пластичними, зменшується наводнення, знижуються внутрішні напруги. Однак занадто висока температура електроліту і завищена щільність струму можуть служити причиною утворення пухкої плівки, що сповзає. Запобігання перегріву електроліту являє одним з основних умов отримання якісного покриття. До того ж температура електроліту впливає на вартість роботи і на умови праці, так як чим вище температура, тим більше тепловтрати ванни і випаровування. Це змушує прагнути до граничного зниження температури електроліту і підвищувати її тільки в тих випадках, коли це потрібно для зниження твердості осаду.

Тривалість технологічного процесу. Якість гальванічних покриттів більшою мірою залежить від точної регламентації тривалості експозиції деталей в гальванічних ваннах, обумовленої вимогами конкретної технології їх обробки визначається швидкістю осадження металу до заданої товщини. Вона є одним з основних параметрів, контроль яких необхідний майже завжди.

Для кожної температури існує оптимальна тривалість процесу анодного окислювання, зменшується з підвищенням температури. Більш тривале анодне окислювання в порівнянні з оптимальним (за часом) не приводить до потовщення анодної плівки, тому що в цих умовах переважну роль починає грати процес розчинення плівки, в результаті чого, вона розпушується і захисні властивості її знижуються.

Рівень електроліту. Рівень електролітів і розчинів є важливим параметром характеризує стан гальванічних ванн. Його зміни викликані випаровуванням електролітів і розчинів в навколишнє середовище і їх виносом з ванн деталями. Враховувати зміну рівня електролітів і розчинів особливо важливо при тривалому часу обробки деталей в гальванічних ваннах, так як можливі випадки неповного занурення деталей, в результаті чого погіршується якість їх обробки.

Крім того, рівень електроліту обумовлює електричний режим ванни, оскільки його зміни позначаються на величині її опору.

pH розчину. Забезпечення заданого за технологією складу електроліту є необхідною умовою нормального функціонування будь-якого гальванічного процесу. У зв'язку з цим великого значення набувають питання регулювання кислотності і концентрації електроліту. Регулювання концентрації, як правило, обмежують стабілізацією значення pH електроліту, величина якого грає істотну роль при електроосадженні металів, що

володіють більш електронегативними потенціалами, ніж водень. Так, при низькому значенні рН зменшується твердість покриття, скорочується вихід по струму, збільшується пластичність. Високі значення рН, навпаки, знижують пластичність, збільшують твердість і вихід за струмом.

Товщина електрохімічних покриттів. Товщина покриття є величиною зв'язує три важливі параметри процесу гальванопокриття: тривалість технологічного процесу, температуру електроліту і щільність струму. Товщина електрохімічних покриттів (δ) відповідно до закону Фарадея залежить від щільності струму (i_k) і тривалості електролізу (τ) і може бути обчислена з урахуванням виходу по струму і електрохімічного еквівалента (E) за формулою:

$$\delta = \frac{i_k \cdot \tau \cdot E}{\rho},$$

де ρ – щільність осілого, металу.

Концентрація сторонніх іонів в електроліті. Гальванопокриття захоплюють декілька домішок із компонентів, що містяться в електроліті. Фактично все, що є в розчині, може потрапити в покриття - як спеціальні добавки, так і неконтрольовані забруднення. До таких домішок відносяться, продукти розкладання органічних добавок; катіони металів, що містяться в промивній воді; катіони металів, що переходять в електроліт з поверхні оброблюваних деталей, в початкові моменти електролізу за рахунок хімічної взаємодії; механічні домішки (пил з повітря робочої зони, анодний шлам). В результаті впливу сторонніх домішок можуть погіршитися механічні властивості покриттів: охрупчівання, поява темного нальоту у вигляді крапок і плям, і т. п.

Структурна схема інформаційно-вимірювальної системи процесу нанесення гальванічних покриттів (анодне оксидування) наведена на рисунку 1. Дана система дозволить виконувати ряд функцій. До них можна віднести: жорсткий контроль за параметрами технологічного процесу, збір і обробку інформації про параметри технологічного процесу; виявляти причини браку і налаштовувати регульовані параметри, вести бази даних технологічних процесів; протоколювати процеси ухвалення рішень; вести звіти тривоги. Така система може бути легко інтегрована в автоматизовану систему управління підприємства.

Остання обставина є особливо важливим для вирішення такого актуального завдання як комплексна автоматизація гальванічного виробництва. Система повинна контролювати температуру, рівень та щільність електроліту, а також щільність струму. Також потрібно мати дискретні датчики-сигналізатори: верхнього та нижнього рівня.

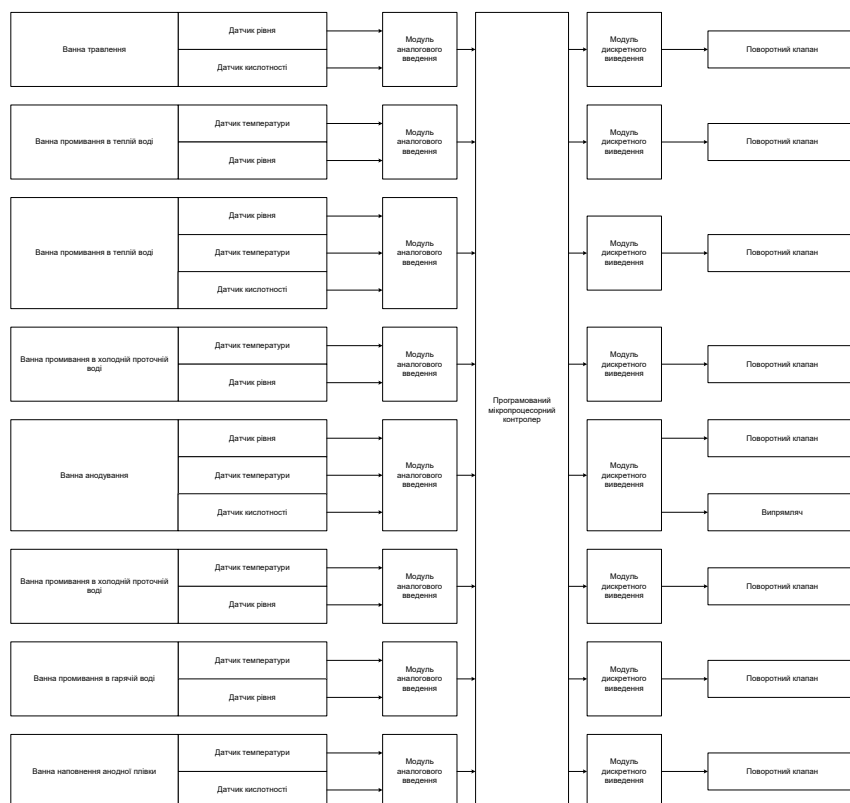


Рис. 1. Структурна схема інформаційно-вимірювальної системи процесу нанесення гальванічних покриттів (анодне оксидування)

Шавурський Ю.О., к.т.н., доц. кафедри А та КІТ
Галас Б.Ю., студ., гр. МТ-1
Омельчук І.А., ст. викл. кафедри М та ІВТ
Державний університет «Житомирська політехніка»

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ І УПРАВЛІННЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Комп'ютеризована система контролю і управління холодильного обладнання підприємства по виготовленню молочних продуктів виконана у виді трьохрівневої розподіленої модульної системи з твердим розподілом виконуваних функцій по рівнях:

- 1 – рівень відображення інформації, контролю і архівування;
- 2 – рівень керування;
- 3 – рівень пристроїв зв'язку з об'єктом (ПЗО).

Вибір і підтримка оптимальних нормативів, показників і параметрів технологічного процесу впливає на одержання продукції заданої якості, а також на економіку підприємства.

Рівень відображення інформації, контролю й архівування містить у собі автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора-технолога і АРМ інженера з КВПіА.

АРМ оператора-технолога забезпечує виконання наступних функцій:

- відображення і контроль поточного стану технологічного процесу;
- завдання параметрів керування технологічним процесом і передача їх на рівень керування;
- попереджувальна й аварійна сигналізація;
- реєстрація і формування звітних документів;
- архівування і перегляд архівних трендів.

Автоматизоване робоче місце (АРМ) інженера з КВПіА забезпечує введення і передачу на пульт оператора результатів стану обладнання.

Рівень керування виконує функції збору й обробки даних з рівня ПЗО і керування технологічним процесом. Реалізація функцій керування здійснюється автономно, тобто без участі рівня відображення інформації. Рівень пристроїв зв'язку з об'єктом (рівень ПЗО) призначається для сполучення рівня керування з датчиками і виконавчими пристроями об'єктів.

Кожний з рівнів з'єднаний з іншим рівнем інформаційними зв'язками відповідно до ієрархічної структури. Це означає, що верхній рівень може одержати інформацію від нижнього рівня тільки через середній і навпаки. У такий спосіб досягається функціональна закінченість рівнів автоматизації, можливість їх автономного функціонування знизу нагору. АРМ оператора-технолога і АРМ інженера з КВПіА передбачають можливість зв'язку з іншими АСУ і більш високими рівнями ієрархії загальнозаводський АСУП при подальшому розвитку.

Комп'ютеризована система контролю і управління холодильного обладнання підприємства по виготовленню молочних продуктів забезпечує вимір у системі "Крижана вода", системі охолодження розсолу та системі безпосереднього кипіння аміаку:

1. Температури кипіння холодоагенту та холодоносія.
2. Тиску всмоктування і нагнітання.
3. Рівня холодоагенту та холодоносія.

Система забезпечує сигналізацію:

- граничних рівнів;
- температури;
- різниці тиску;
- тиску.

Рівень пристроїв зв'язку з об'єктом системи управління виконує:

- збір інформації від датчиків, встановлених на об'єкті керування;
- постійний контроль параметрів процесу,
- підтримка заданих значень параметрів системи,
- контроль стану обладнання;
- обробку інформації про стан об'єктів
- передачу на АРМ оператора інформації про стан об'єктів
- прийом інформації з АРМ і формування управляючих дій;
- автоматичне управління процесом та вмикання резервного устаткування при відмові основного;
- запобігання розвитку аварійних ситуацій і забезпечення безпечного завершення процесу за заданою програмою.

Управління здійснюється з центрального пункту управління (ЦПУ), де розміщені АРМ операторів, обслуговуючих секції установки.

Узагальнена структурна схема комп'ютеризованої системи контролю і управління холодильного обладнання підприємства по виготовленню молочних продуктів наведена на рис. 1.

Оскільки процес може бути вибухонебезпечним і враховуючи підвищені вимоги до надійності систем контролю і управління, будемо застосовувати програмовані контролери SIMATIC S7-613 виробництва Siemens.

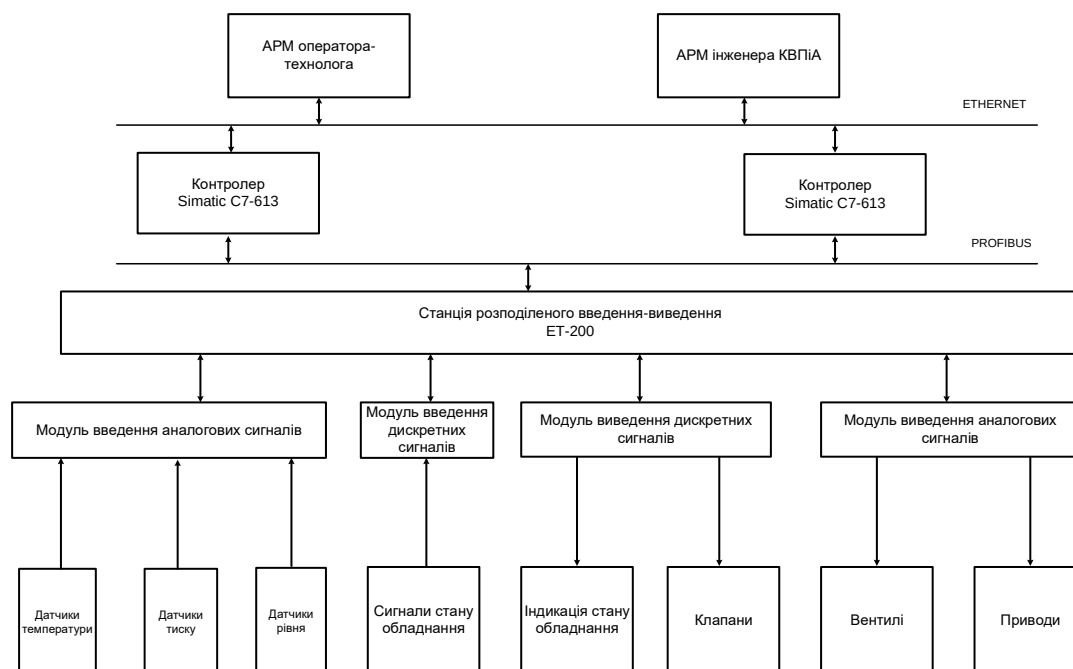


Рис.1. Структурна схема комп'ютеризованої системи контролю і управління холодильного обладнання підприємства по виготовленню молочних продуктів

Блок контролера складається з центрального процесора CPU 615-2DP, блоку живлення PS -307 та комунікаційного процесора CP 343-1.

Блок CPU 615-2DP виконує управління системою по заданій програмі і формує напругу живлення 5 В.

Підключення контролерів SIMATIC S7-613 до мережі Industrial Ethernet виконується комунікаційним процесором CP 343-1, який звільняє блок CPU 615-2DP від виконання комунікаційних завдань.

Датчики розташовані на об'єкті на значній відстані від контролера. Тому використовується станція розподіленого введення-виведення ET200M, яка призначена для побудови систем розподіленого введення-виведення і працює в мережі PROFIBUS-DP в режимі веденого пристрою.

До складу станції ET200M входять модулі вхідних і вихідних аналогових/дискретних сигналів, інтерфейсний модуль IM 153-3 та джерело живлення PS-307.

Модулі введення-виведення забезпечують:

1. Прийом сигналів від датчиків: температури, тиску, рівня, .
2. Сигналізаторів температури.
3. Сигналізаторів тиску.
4. Сигналізаторів рівня.
5. Аналогових датчиків з сигналом $4 \div 20$ мА.
6. Дискретних датчиків типу «сухий контакт».
7. Пристроїв, що обмінюються інформацією по шині PROFIBUS.

• Формування сигналів керування:

1. аналогових $4 \div 20$ мА.
2. дискретних сигналів постійного струму напругою 24 В.

Верхній рівень системи управління забезпечує: надання інформації про хід технологічного процесу; диспетчерське і оперативне управління технологічним процесом; збір, зберігання і обробку бази даних технологічних параметрів, архівацію параметрів, подій і дій оператора; індикацію граничних значень параметрів.

Подчашинський Ю.О., д.т.н. проф.
Криворучко М.Г., студ., гр. МТ-1
Чепюк Л.О., к.т.н., доц. кафедри М та ІВТ
Державний університет «Житомирська політехніка»

ВИБІР МЕТОДІВ СТИСНЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИМІРЮВАЛЬНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ

Рішенню завдань стиснення зображень з вимірювальною інформацією найбільш відповідають фрактальний і вейвлетний методи стиснення зображень.

Фрактальне стиснення засновано на представленні зображення в більш компактній формі – за допомогою коефіцієнтів системи інтерпретуючих функцій (Iterated Function System – IFS). Системі інтерпретуючих функцій однозначно ставиться у відповідність нерухома точка – зображення. Процес стиснення полягає в пошуку коефіцієнтів системи, а зворотній процес – в проведенні ітерацій системи до стабілізації отриманого зображення (нерухомої точки IFS). На практиці буває досить 7–16 ітерацій.

Характеристики фрактального методу стиснення: коефіцієнти стиснення: 2–2000 (задаються користувачем); клас зображень: повнокольорові 24 бітові зображення або зображення в градаціях сірого без різких переходів кольорів (фотографії); симетричність: 100–100000; характерні особливості: може вільно масштабувати зображення при відновленні, збільшуючи його в 2–4 рази без появи «сходового ефекту». При збільшенні ступеня стиснення з'являється «блоковий» ефект на кордонах блоків в зображенні; втрати – ϵ ; розмірність – 2.5D.

Вейвлетний метод - хвильове стиснення і стиснення з використанням сплесків. Цей вид стиснення досить відомий і безпосередньо виходить з ідеї використання когерентності областей. Метод орієнтований на кольорові і чорно-білі зображення з плавними переходами. Коефіцієнт стиснення задається і варіюється в межах 5–100. При спробі задати більший коефіцієнт на різних межах, особливо проходять по діагоналі, проявляється «сходовий ефект» – сходинки різної яскравості розміром в кілька пікселів. Ідея методу полягає в тому, що в файл зберігається різниця – число між середніми значеннями сусідніх блоків в зображенні, яка зазвичай приймає значення, близькі до 0.

Характеристики вейвлет-методу: коефіцієнти стиснення: 2–200 (задається користувачем); клас зображень: як у фрактального і JPEG; симетричність: ~ 1.5 ; характерні особливості: при високому ступені стиснення зображення розпадається на окремі блоки; втрати – ϵ ; розмірність – 2D.

Степінь викривлення порівнює відношення між стисненням і викривленням у алгоритмах із втратами. Оцінка визначається як середнє значення числа біт, необхідного для представлення кожного пікселя. Вимірюється у бітах на піксель. Викривлення зазвичай вимірюються за допомогою PSNR, хоча це і не завжди зручна оцінка для прийнятної якості зображення. Криві оцінки викривлення зазвичай представляють собою залежність PSNR від біт на піксель. У літературі по фрактальному кодуванню степінь викривлення частіше описують у термінах залежності PSNR від коефіцієнта стиснення. Можливо, причина в тому, що фрактальне кодування непов'язане з розміром зображення у пік селлах, як інші методи кодування. У подальшому викладенні також буде описуватися степінь стиснення у термінах залежності PSNR від коефіцієнта стиснення. Розмір кодуємого зображення у фрактальних методах визначається шляхом співставлення 4 байтів кожному ранговому блоку.

Коефіцієнт стиснення визначається шляхом поділу розміру вихідного растрового зображення у байтах на кількість байтів закодованого зображення. Викривлення, що вимірюється через PSNR, визначається за допомогою декодування зображення того ж самого розміру, що і вихідне растрове зображення, і порівняння вихідного зображення з декодованим. Для вейвлет-методів розмір кодуємого зображення – це розмір двійкового нуля-дерева.

Існує принципіальна відмінність у тому, як для фрактальних і вейвлетних алгоритмів можна керувати відношенням якості зображення і коефіцієнта стиснення. Фрактальні методи використовують схеми адаптивних квадродерев, що керуються раніше визначеною допустимою похибкою. Чим менша допустима похибка, тим краща якість декодованого зображення. Однак це призводить до збільшення числа рангових блоків, і внаслідок, до погіршення якості. Таким чином, користувач заздалегідь визначає якість зображення і вимушений змиритися з тією ступенем стиснення, яка при цьому може бути досягнута. Можна побудувати не адаптивні схеми розбиття, у яких користувач заздалегідь визначає розбиття на рангові блоки (звичайно використовується рівномірний розподіл). Це дозволяє користувачу керувати процесом стиснення, однак для більшості зображень рівномірний розподіл призводить до поганої якості декодованого зображення.

З другої сторони, вейвлет-методи надають користувачу можливість керувати процесом стиснення, дозволяючи йому обирати бітові площини і/або відсоток децимації. У цьому випадку користувач заздалегідь визначає степінь стиснення і вимушений змиритися з такою якістю декодованого зображення,

яка при цьому досягається. Слід пам'ятати про цю відмінність між фрактальними і вейвлетними алгоритмами стиснення при порівнянні графіків степені викривлення для цих алгоритмів.

Крім коефіцієнта стиснення і якості зображення, існує третій параметр, а саме швидкість кодування, прийматися до уваги при порівнянні алгоритмів стиснення. Саме цей базовий фрактальний алгоритм, який досить успішно витримував конкуренцію зі сторони вейвлетних алгоритмів, повинен бути виключений із подальшого розгляду. У всіх прикладах ми мали справу із зображеннями 256×256 . Такі невеликі зображення зручні для обробки. Однак у багатьох статтях по стисненню зображень наводяться результати для зображень, стандартний розмір яких 512×512 . Зображення більшого розміру зазвичай легше стискаються. Особливо це справедливо у тих випадках, коли вони представляють собою збільшений варіант того ж зображення, наприклад, коли порівнюються зображення розміром 512×512 із тим же зображенням розміром 256×256 . Це не дивно, так як при збільшенні розміру зображення його інформаційний зміст збільшується дуже мало.

Фрактальні методи, зокрема, можуть бути використовувати перевагу такого незначного збільшення кількості інформації для досягнення значно більшої степені стиснення для великих зображень. Фактично при одній і тій самій глибині квадродерева і допустимої похибки методи фрактального кодування дають приблизно однакову кількість рангових блоків для зображення любого розміру. Той факт, що кількість рангових блоків не збільшується зі збільшенням розміру зображення – це теж властивість, завдяки якій виникає властивість незалежності і розрізняльної здатності у фрактальному кодуванні. Фрактальне кодування шукає у зображенні інформацію. Розмір зображення не має значення.

У вейвлет-кодуванні ситуація схожа. Тут, як і для фрактальних методів, коефіцієнт стиснення приблизно у 4 рази більше для зображення 512×512 у порівнянні із зображенням 256×256 . Збільшення коефіцієнта стиснення для великих зображень не проходить даром – кодування великих зображень потребує більшого часу. Для фрактальних методів час кодування зображення 512×512 приблизно у два рази більше, ніж зображення 256×256 . Але це не так вже і погано, якщо врахувати, що більше зображення містить у 4 рази більше пікселів. Для вейвлет-методу з нуль-деревом без децимації час кодування більшого зображення фактично збільшується у 5–6 разів, хоча загальний час кодування залишається порядком 30 сек. При децимації час кодування значно збільшується так як додається операція сортування.

Переваги фрактального методу:

- даний метод відомий тим, що в деяких випадках дозволяє отримати дуже високі коефіцієнти стиснення (кращі приклади – до 1000 разів при прийнятному візуальному якості) для реальних фотографій природних об'єктів, що недоступно для інших методів стиснення зображень;

- основа методу фрактального кодування – це виявлення само подібних ділянок в зображенні;

Недоліки фрактального методу:

- не отримав широкого поширення;
- основна складність фрактального стиснення полягає в тому, що для знаходження відповідних доменних блоків потрібен повний перебір. Оскільки при цьому переборі кожен раз повинні порівнюватися два масиви, дана операція виходить досить тривалою;

- порівняно простим перетворенням її можна звести до операції скалярного множення двох масивів, проте навіть скалярне множення потребує багато часу.

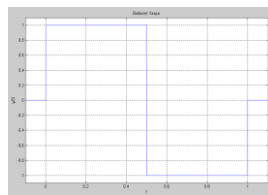
Переваги методу вейвлет-перетворень:

- вейвлет-перетворення володіють всіма достоїнствами перетворення Фур'є;
- вейвлетні бази можуть бути добре локалізованими як по частоті, так і за часом. При виділенні в сигналах різномасштабних процесів можна розглядати обрані масштабні рівні розкладання;

- вейвлетні бази мають різноманітні базові функції, властивості яких орієнтовані на рішення різних завдань.

Недоліком вейвлет-перетворень є їх відносна складність.

Оптимальною вейвлет-функцією для зображень з вимірювальною інформацією в автоматизованих системах є вейвлет Хаара (рис. 1), характеристичні показники якого дають змогу ефективного стиснення та досить задовільне відновлення. Такими показниками стали коефіцієнт стиснення та похибка відновлення.



$$f(t) = \begin{cases} 1, & \text{для } 0 \leq t < \frac{1}{2}, \\ -1, & \text{для } \frac{1}{2} \leq t < 1, \\ 0, & \text{для } t < 0, \ t > 1 \end{cases}$$

Рис. 1 Вейвлет Хаара

Тарарака В.Д., доц. кафедри М та ІВТ
Макарчук Д.В., студ., гр. МТМ-1мд
Воронова Т.С., асист. кафедри М та ІВТ
Державний університет «Житомирська політехніка»

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ ШИХТИ

Технологічні процеси дозування і змішування сухої шихти і пеку лежать в основі виробництва заготівель, використовуваних надалі для одержання електродної продукції. Якість коксо-пекової композиції, отриманої в результаті змішування, істотно впливає на характеристики кінцевих виробів, а з урахуванням великого часу виробничого циклу і величезних енергетичних витрат - на ефективність електродного виробництва в цілому. Впровадження комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи процесу дозування шихти дозволить підвищити якість сумішей, що готуються, а також і продуктивність дозувальних ліній з використанням діючого дозувального обладнання, за рахунок більше ефективного рішення питань контролю і керування.

Об'єктом контролю і керування є дозувальна лінія електродного заводу, що представляє собою типову систему періодичного дозування і має типову технологічну схему готування композиції певного складу і реологічних властивостей. Вихідна сировина для складання шихтових композицій по заданих рецептах розташовується в 29 сортових бункерах запасу. У якості вихідних можуть використовуватися наступні матеріали: кокс різних фракцій, технічний графіт, «зелений» бій, пилові фракції і спеціальні добавки. За допомогою шнекових і тарілчастих живильників вихідні матеріали подаються із сортових бункерів у дозувальні бункери, постачені пристроями, що зважують. Кожний дозувальний бункер призначений для складання тієї або іншої частини рецепта, обумовленої набором з'єднаних з ним сортових бункерів. Остаточне «складання» шихтової суміші і доставка її до змішувального агрегату виконується за допомогою дозувального візка, керованого оператором-дозувальником.

Раніше дозування шихти і реєстрація ваги відсипаних доз становила не менш 10 кг на фракцію. Перетворення сигналу від тензодатчиків пристроїв, що зважують, виконувалося за допомогою електронних блоків ПА-1А. Загальна погрішність системи завдання рецепта і виміру ваги відсипаних доз становила не менш 10 кг на фракцію.

При модернізації дозувальної лінії і розробці нової системи керування необхідно вирішити наступні завдання, що виникли за рахунок жорсткості вимог до якості електродної продукції, пропонованих в умовах сучасного ринку:

- підвищити ефективність роботи заготівельного переділу змішувально-пресового виробництва в умовах обмежених ресурсів керування;
- підвищити точність дозування;
- синхронізувати роботи агрегатів дозувальної лінії і прискорити процеси дозування;
- підвищити ступінь відтворюваності якісних показників електродної маси перед пресуванням.

Оскільки створення і впровадження комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи процесу дозування шихти необхідно виконувати в умовах діючого виробництва, необхідно використовувати існуючу схему дозування з наступними доробками системи контролю і керування:

- автоматичний вимір рівня завантаження сортових бункерів і формування сигналів для відділення розмелу і завантаження;
- збільшення точності дозування за рахунок застосування на шнекових живильниках електроприводів із частотним регулюванням швидкості обертання;
- застосування сучасних тензометричних пристроїв, що зважують, і вдосконалювання схеми силової передачі на дозувальних бункерах з метою підвищення точності зважування і максимального виключення впливу механічної погрішності;
- ведення бази рецептів дозування, автоматизація вибору рецепта;
- автоматизація налаштування дозувального обладнання;
- постійний моніторинг технологічного процесу в режимі реального часу;
- автоматична діагностика обладнання лінії і своєчасне формування звітних документів по дозуванню шихти.

Технологічний процес дозування вимагає максимальну точність дозування при заданій продуктивності. Функціональна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи процесу дозування шихти приведена на рисунку 1.

На рисунку 1 прийняті наступні позначення: ПЧ – перетворювач частоти; КМ – контактор; НСП – нормуючий підсилювач, що підсумовує; М – асинхронний двигун; ТДВ – тензодатчик ваги; ШЖ – шнековий живильник; ВБ – витратний бункер; SQC – кінцеві вимикачі (SQC1-SQC4).

На вході регулятора ваги, програмно виконано в контролері, підсумовуються сигнал завдання на вагу, сигнал, що поступає, з нормуючого підсилювача пропорційний поточній вазі. Вихід регулятора ваги є завданням на частоту перетворювача і, відповідно, швидкості обертання мотор-редуктора шнекового живильника. У міру наповнення бункера різниця між заданою і дійсною масою у бункері зменшується, що призводить до зменшення швидкості електроприводу.

Після закінчення роботи першого шнека, вступає в роботу інший і так далі, до заповнення бункера-дозатора. Як тільки бункер-дозатор заповнений і всі шнеки вимкнені, поступає сигнал управління на складання фідера реверсивного пуску, яке включає двигун засувки і відкриває її. Всю дозовану масу висипають у бункер змішувач. Змішувач працює по заданому часу, як час змішування закінчився, відключається двигун змішувача і відкривається засувка бункера-змішувача. Також включається двигун транспортера готової продукції. Транспортер готовий продукції працюватиме по заданому часу.

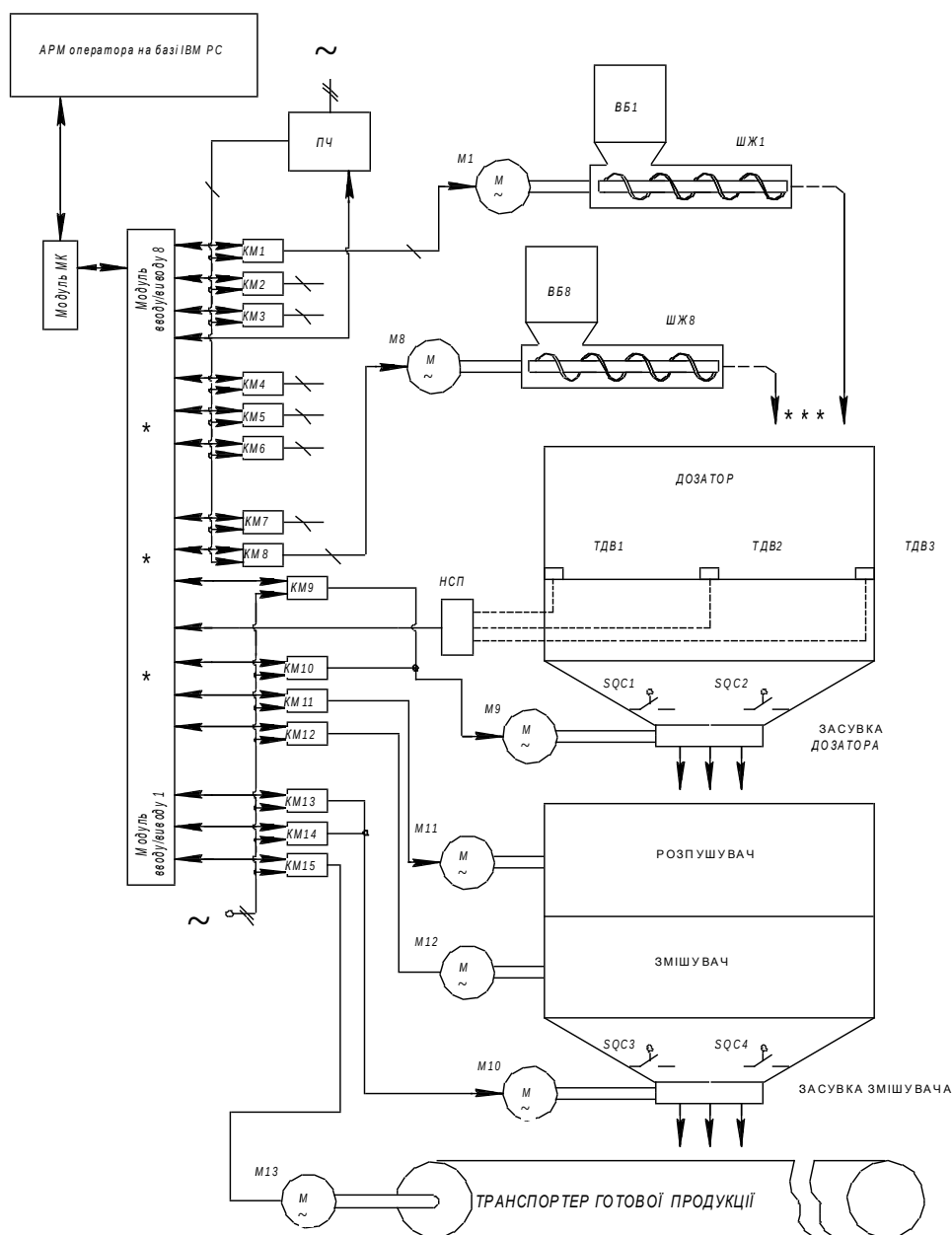


Рис. 1. Функціональна схема комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи процесу дозування шихти

Шавурський Ю.О., к.т.н., доц. кафедри А та КІТ
Шрубович О.С., студ., гр. МТ-1
Чепюк Л.О., к.т.н., доц. кафедри М та ІВТ
Державний університет «Житомирська політехніка»

АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОНТРОЛЬ ТА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПРОМИСЛОВОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ВИРОБНИЦТВІ КОНСЕРВІВ

Завдання, розв'язувані при впровадженні автоматизованої системи контролю та управління якістю промислової продукції на виробництві консервів:

- збільшення ресурсу автоклавної установки за рахунок точного дотримання технологічного режиму роботи;
- забезпечення якості технологічного процесу за рахунок точної підтримки необхідного температурного режиму при прогріві оброблюваних виробів;
- забезпечення безпеки роботи установки шляхом реалізації автоматичних захистів і блокувань;
- економія енергоресурсів за рахунок оптимізації технологічного режиму й точного дотримання алгоритмів роботи;
- скорочення витрат на ремонти завдяки одержанню адекватних даних, що забезпечують планування техобслуговування й ремонту;
- зниження трудомісткості обслуговування й поліпшення якості документації шляхом автоматизації документообігу.

Автоматизована система контролю та управління якістю промислової продукції на виробництві консервів повинна забезпечувати:

- автоматичний контроль і керування автоклавами відповідно до заданого для кожного з них технологічного процесу;
- автоматичну реєстрацію параметрів реалізованих технологічних процесів;
- вимір температури, тиску і витрати пару;
- облік витрати пару і розрахунок питомої витрати;
- автономну роботу автоклавів при виключеному керуючому комп'ютері після завантаження завдання на технологічні процеси для кожного автоклава;
- діагностику стану обладнання;
- підготовку звітів.

Автоматизована система контролю та управління якістю промислової продукції на виробництві консервів функціонує на наступних фазах процесу стерилізації:

- продувка;
- нагрівання;
- стерилізація;
- охолодження.

Основними функціями системи є:

- 1) централізований збір даних про хід процесу й стан автоклавів;
- 2) відображення узагальненої й поточної інформації у вигляді мнемосхем і графіків з динамічною індикацією зміни стану й значень параметрів, а також систем меню й таблиць;
- 3) розрахунок і формування законів зміни керованих параметрів для реалізації автоматичного регулювання процесом стерилізації;
- 4) автоматичне керування виконавчими механізмами (клапанами, насосами) для точної реалізації встановленої формули стерилізації;
- 5) завдання формули стерилізації для конкретного виду продукції й оперативне коректування параметрів формули в процесі стерилізації;
- 6) формування архіву термобатиграф кожної «варки» консервів з можливістю оперативного перегляду ходу технологічного процесу стерилізації на екрані дисплея й роздруківкою термобатиграф;
- 7) розрахунок поточної температури в середині «усередненої» банки за обмірюваним значенням температури в кишені автоклава й визначення на цій основі F-ефекту (фактору мікробіологічної ефективності стерилізації консервів).

Автоматизована система контролю та управління якістю промислової продукції на виробництві консервів складається з наступних основних частин:

- пульт оператора системи;
- програмований логічний контролер;
- канали виміру тиску;

- канал виміру витрат;
- канали виміру температури в автоклавах;
- канали керування виконавчими механізмами (локальні регулятори).

Структурна схема автоматизованої системи контролю та управління якістю промислової продукції на виробництві консервів на рис. 1.

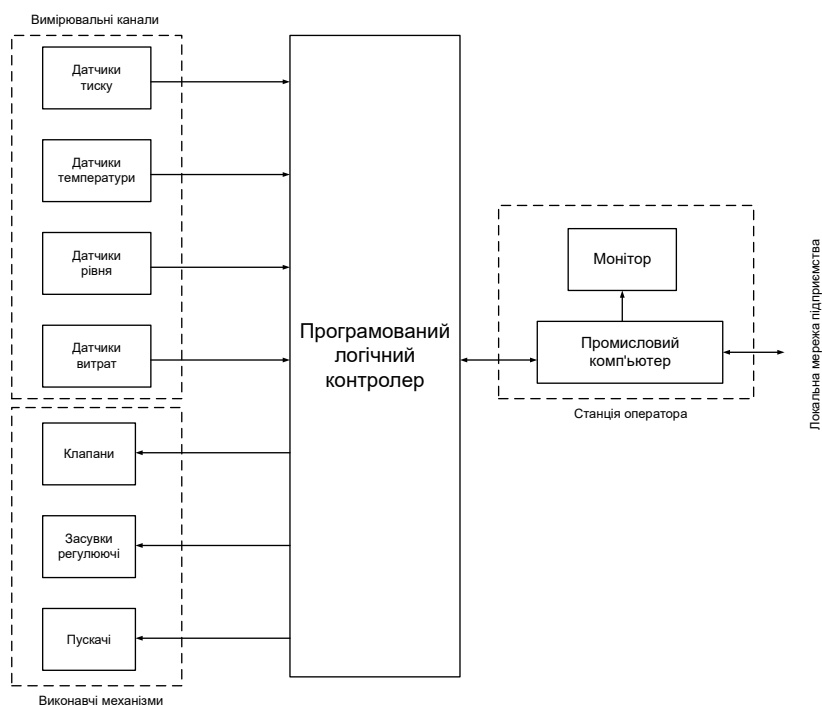


Рис. 1. Структурна схема автоматизованої системи контролю та управління якістю промислової продукції на виробництві консервів

Пульт оператора системи є робочим місцем оператора і містить:

- промисловий комп'ютер;
- VGA монітор;
- клавіатуру;
- принтер;
- пульт включення системи;
- пульт ручного керування.

Наявність в локальному мікропроцесорному регуляторі повної програми регулювання і захисних механізмів для агрегатів дозволяє зберігати працездатність системи навіть у випадку виходу з ладу комп'ютера оператора або порушення зв'язку з ним. При цьому зберігається можливість внести зміни в програму технологічного процесу або перейти в ручний режим керування за допомогою ручного пульта. Таке рішення забезпечує підвищення стійкості системи і можливість автономної роботи.

Для керування насосами і клапаном подачі пару в систему застосуємо мікропроцесорний регулятор Метакон 614 разом з блоком комутації реверсивним, блоком живлення і реле БПР і мережним фільтром ФС фірми КонтрАвт.

Робоче місце оператора являє собою офісний комп'ютер, підключений до джерела безперебійного живлення SmartUPS фірми APC і оснащений ізольованою двоох портовою платою інтерфейсів RS-422/485 PCL-745SB фірми Advantech для одержання технологічних даних від контролерів.

ПЗ контролера включає у свій состав:

- програму установки дати і реального часу;
- програму обліку часу роботи основного обладнання;
- програму збору, обробки і відображення інформації про технологічні параметри роботи обладнання, про аварійні стани процесів і обладнання;
- бібліотеки програм.