

СЕКЦІЯ 1
КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ
НАВІГАЦІЇ І КЕРУВАННЯ

УДК 531.383

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ХВИЛІ
ІНЕРЦІАЛЬНИМ ВИМІРЮВАЛЬНИМ МОДУЛЕМ

Нестеренко О.І., Білоус Є.І.

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: oleg.i.nesterenko@gmail.com, bilouseugene@gmail.com

На сьогодні визначення параметрів морської хвилі має широкий спектр застосувань, включаючи системи навігації в морських структурах, системи раннього попередження при екстремальних погодних умовах та ін. Параметри хвилі також використовуються для перевірки прогнозних моделей, які дозволяють робити локалізовані передбачення умов на кілька днів вперед. Відомі комерційні датчики хвиль (Wave sensors) є високоточними та надійними, проте для багатьох наукових та промислових підприємств їх вартість занадто висока.

Дана робота присвячується розробці алгоритму визначення параметрів морської хвилі з використанням інерціального вимірювального модуля (ІВМ), побудованого на мікромеханічних датчиках.

На даному етапі розроблено алгоритм визначення параметрів хвилі (перші чотири коефіцієнти Фур'є), напрямку хвилі, еліптичності хвилі, спектральної щільності потужності та спрямованість розповсюдження хвилі.

Використовуючи матрицю напрямних косинусів переходу від зв'язаної з об'єктом системи координат до географічної системи координат (ГСК), вимірювання акселерометрів перепроєктуються в ГСК. Шляхом подвійного інтегрування відповідних проєкцій прискорення розраховуються значення переміщень об'єкта у північному, східному та вертикальному напрямках. Застосовуючи швидке перетворення Фур'є для отриманих переміщень, обчислюються відповідні коефіцієнти рядів Фур'є, що складаються з дійсної та уявної частини. Використовуючи отримані коефіцієнти, розраховуються перші чотири коефіцієнти Фур'є нормалізованого спрямованого розподіл хвилі, за якими і визначаються відповідні параметри хвилі.

Також було спроектовано та побудовано випробовуваний стенд, який імітує поведінку буя на хвилях. В якості ІВМ використана Motion Reference Unit MRU-E фірми Inertial Labs [1], що включає в себе тривісні блоки акселерометрів, магнітометрів та гіроскопів. В результаті було проведено ряд тестів, що підтверджують коректність даного підходу визначення параметрів хвилі. Напрямоком подальшої роботи є дослідження похибок розробленого

алгоритму та пошук шляхів їх зменшення та усунення.

Ключові слова: параметри хвилі, перетворення Фур'є, акселерометри.

Література

- [1] MRU-E – Motion Refence Unit Enhanced [Online]. Available: https://inertialabs.com/static/pdf/MRU_Datasheet.rev1.5_April27_2018.pdf

УДК 531.383

**СИСТЕМА КЕРУВАННЯ РУХОМ ЧУТЛИВОГО ЕЛЕМЕНТА
ГІРОТЕОДОЛІТА В НЕГІРОСТАБІЛІЗОВАНІЙ ПЛОЩИНІ**

¹⁾Боярчук А.О., ²⁾Мураховський С.А.

¹⁾ Казенне підприємство спеціального приладобудування «Арсенал», Київ, Україна,

²⁾ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: s.murakhovsky@kpi.ua

При роботі гіротедолітів в складі складних технічних комплексів значну роль відіграють як точність, так і час визначення азимуту. Значний вплив на точність приладу має вібраційна похибка, яка може складати десятки градусів, при незначних амплітудах поступальної вібрації основи.

Одним з факторів, що впливають на величину похибки гіротедоліту, яка виникає при поступальній вібрації основи є динамічні характеристики чутливого елемента (ЧЕ), що визначаються з рівнянь руху в гіростабілізованій та негіростабілізованій площинах.

При використанні гіротедолітом компенсаційного методу вимірювання азимуту в приладі функціонує система керування положенням ЧЕ в гіростабілізованій площині, при проектуванні якої можна корегувати частотні характеристики. В той же час в негіростабілізованій площині коливання чутливого елемента є некерованими, що може призводити до значних величин вібраційної похибки приладу, а також його відмов при великих амплітудах коливань.

У доповіді пропонується використання в гіротедоліті нової системи керування, для роботи якої необхідний сигнал кута повороту ЧЕ в негіростабілізованій площині, а також виконавчий елемент, який може бути реалізований на відокремлених полюсах існуючого датчика моменту. Для формування напруги в колі зворотного зв'язку використовується алгоритм модального керування. Визначено коефіцієнти модального регулятора, а також проведено аналіз частотних характеристик замкненої системи в MATLAB, який показав, що отримана система керування дозволяє зменшити амплітуди вимушених коливань ЧЕ в області резонансних піків на власних частотах.

В подальшому розроблена система керування ЧЕ гіротедоліта в негіростабілізованій площині може використовуватись також для підвищення точності приладу на основі алгоритмічної компенсації вібраційної похибки.

Ключові слова: гіротедоліт, система керування, вібраційна похибка.

УДК 629.056.6

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ НАЧАЛЬНОЙ ВЫСТАВКИ БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Мелешко В.В., Лакоза С.Л.

*Национальный технический университет Украины “Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского”, Киев, Украина
E-mail: mvv44@ukr.net, s.lakoza@kpi.ua*

Первый этап работы бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) – начальная выставка, в результате которой получают углы курса, тангажа, крена объекта (или другие кинематические параметры). Для возможности точной работы БИНС в режиме навигация обязательно используется автономная начальная выставка на основании сигналов гироскопов и акселерометров, входящих в состав БИНС. Характеристиками любой выставки являются точность и время выставки. Для достижения высокой точности требуется большое время. Поэтому всегда указывают, за какое время достигается указанная точность.

Принято разделять начальную выставку на первичную («грубую») и точную. Для современных маневренных объектов грубая выставка выполняется обычно за относительно малое время, исчисляемое минутами или их долями, и очень часто проводится на движущемся объекте. Точная выставка может длиться часами. Базовые алгоритмы грубой выставки являются точными, а время выставки тратится на извлечение полезной составляющей из сигналов гироскопов и акселерометров. Это достаточно сложная задача, поскольку соотношение полезный сигнал/шум может иметь порядок 10^4 . Для решения задачи применяют как простое осреднение зашумленного сигнала, так и специальные алгоритмы, например, фильтр Калмана (ФК). Представляет интерес применение новых методов, например, вэйвлет-преобразований или нейросетевых технологий. Начальная выставка и предстартовая калибровка могут быть совмещены.

На неподвижном основании разработаны различные варианты алгоритмов. Так называемый базовый алгоритм, кроме информации с гироскопов и акселерометров, требует данных о широте. Т.н. универсальный алгоритм не требует информации о широте, теоретически может также использоваться при прямолинейном движении. В алгоритме триад выполняются, практически, похожие преобразования. Также существует метод реализации процесса физического гирокомпасирования для БИНС. Для «очистки» сигналов может быть использован двухступенчатый ФК. Последние работы, посвященные грубой выставке, акцентируют внимание на выставке в движение без предстартовой подготовки. Для этих целей разработаны алгоритмы ОВА, ISMA, DMIA, которые предлагают решать задачу выставки с помощью подходов решения задачи G.Wahba. Для этого специальным образом формируют дополнительные векторные измерения, которые могут быть

использованы в таких алгоритмах, как QEST, REQUEST и им подобных.

Для точной выставки используется комплексная обработка измерений БИНС и дополнительных систем различного рода, выполняемая с помощью ФК: используют данные о координатах места и скорости объекта (может быть, нулевой). В докладе приводятся алгоритмы и сравнение их характеристик.

Ключевые слова: начальная выставка, БИНС, фильтр Калмана.

УДК 681.3.014

ІНДИКАТОРНИЙ ГІРОСТАБІЛІЗАТОР З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА У КОНТУРІ СТАБІЛІЗАЦІЇ

Лакоза С.Л., Мульганов К.Ю.

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: s.lakoza@kpi.ua

У зв'язку з широким застосуванням різного роду БПЛА, завдання розробки малогабаритних стабілізуючих систем для них є важливим. Їх використовують для забезпечення якісного зображення при фото, або відео зйомці з рухомих об'єктів. Основні завдання – це підвищення точності і швидкодії систем стабілізації.

З огляду літератури, було визначено, що у більшості систем керування гіростабілізаторів використовують класичний ПД-регулятор. Було запропоновано покращити характеристики ПД-регулятора з використанням апарату нечіткої логіки для динамічної корекції значень пропорційного, інтегрального та диференціального коефіцієнта ПД-регулятора. Функціональна схема контуру стабілізації показана на рис.1.

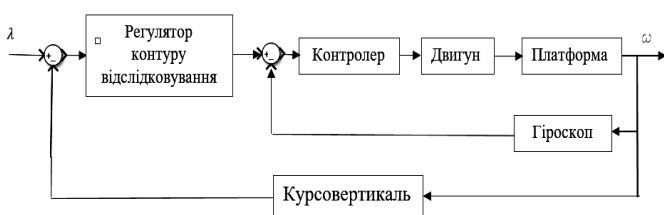


Рис. 1. Контур стабілізації

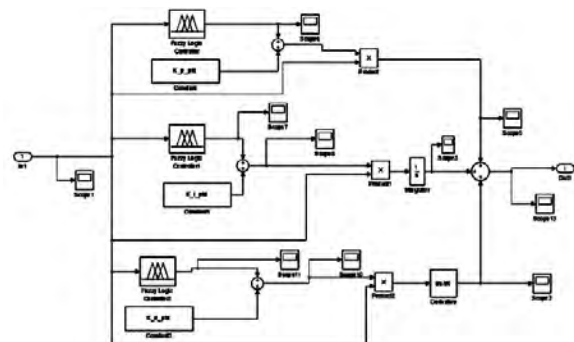


Рис.2. Модель ПД контролера з нечіткою логікою

Для успішного керування складним об'єктом, використовуючи методи нечіткої логіки слід будувати не модель об'єкта, а модель управління об'єктом. Для цього розроблено нечіткі правила, що забезпечують коригування значень коефіцієнтів ПД-регулятора. Розроблена програмна Simulink (рис.2).

У роботі досліджено функціонування стабілізатора при різних динамічних збуреннях об'єкта установки. Модельні експерименти показали ефективність запропонованого підходу, особливо при хитавиці об'єкта – амплітудна похибка знизилася втричі.

Ключові слова: індикаторний стабілізатор, нечітка логіка.

УДК 681.586

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ МІКРОМЕХАНІЧНИХ ГІРОСКОПІВ ШТУЧНОЮ НЕЙРОННОЮ МЕРЕЖЕЮ

Аврутов В.В., Бугайов Д.В., Шелевер В.М.

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: vyshgorod@gmail.com

Штучною нейронною мережею (ШНМ) називають математичну модель, а також її програмне або апаратне втілення, яка побудована за принципом організації та функціонування біологічних нейронних мереж - мереж нервових клітин живого організму. Зараз ШНМ широко використовуються для моделювання нелінійних зв'язків, спрощуючи та скорочуючи час процесу обробки результатів.

В роботі запропоновано ШНМ для побудови моделі нелінійного зв'язку між зміщенням нульового сигналу мікромеханічного гіроскопу (ММГ) та його температурою. Розглянуто ШНМ прямого поширення сигналу двох типів: зворотного поширення помилки (ЗПП) та радіальних базисних функцій (РБФ).

Слід зазначити, що вирішення конкретної задачі з використанням ШНМ включає декілька основних етапів: збір і підготовка даних, створення ШНМ, її навчання та перевірка вихідного результату.

На першому етапі отримані залежності “температура-зміщення нуля” стандартними методами (в результаті температурного калібрування датчика). В подальшому вони використовуються для навчання ШНМ.

По завершенню процесу навчання ШНМ повинна коректно перетворювати вхідне значення поточної температури датчика у відповідне вихідне значення зміщення нульового сигналу, яке необхідно вирахувати з вихідного сигналу ММГ. Таким чином здійснюється компенсація температурного дрейфу ММГ.

В експериментальних дослідженнях використовувався одновісний датчик кутової швидкості компанії Systron Donner моделі LCG50-00500-100. Після процедури калібрування датчика на обертальному стенді при температурах -20, +25, та +50 °С, було отримано необхідну вибірку даних для навчання ШНМ. Для перевірки алгоритму компенсації на всьому температурному діапазоні виконаний прохід в кліматичній камері по заданому профілю в діапазоні температур -20 °С ...+50 °С.

Для дослідження ефективності застосування алгоритмів ШНМ, було

проведено компенсацію температурних похибок ММГ різними методами.

Моделювання алгоритмів проводилося у Neural Network Toolbox програмного середовища MATLAB. Кількісні показники ефективності алгоритмів наведено в таблиці 1.

Експериментальне порівняння з традиційним методом апроксимації поліномом показали покращення точності, зменшивши СКВ та амплітуди дрейфів. Зазвичай для підвищення стабільності нульового сигналу можна збільшити вибірку температур калібрування, при цьому підвищуючи порядок апроксимуючого поліному, проте у випадку використання ШНМ ускладнювати архітектуру немає необхідності. Крім того, алгоритми ШНМ показують більшу стійкість до шумів вхідного сигналу.

Таблиця 1. Значення СКВ та амплітуди дрейфів до та після компенсації

<i>Алгоритм компенсації</i>	<i>СКВ, %/год</i>	<i>Амплітуда, %/год</i>
Без компенсації	0.572	1.008
Апроксимація поліномом	0.052	0.149
ШНМ ЗПП	0.032	0.112
ШНМ РБФ	0.031	0.109

З отриманих результатів, порівнюючи різні архітектури ШНМ можна зробити висновок, що для температурного калібрування краще підходять ШНМ радіальних базисних функцій.

Ключові слова: мікромеханічний гіроскоп, штучна нейронна мережа.

УДК 001.891.573: 519.651: 519.654

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ДІАГНОСТИКИ

Коменчук І.Є., Цибульник С.О.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського”, Київ, Україна
E-mail: tsybulnik.s.a@gmail.com*

У різних областях науки і техніки перед дослідниками досить часто постають завдання наближення функцій. Технічна діагностика не є виключенням. Дуже часто в технічній діагностиці виникає необхідність отримувати наближене рішення математичних задач у числовій формі. При цьому для переважної більшості задач відомо тільки, що рішення існує, але кінцева формула невідома. Тому постає завдання перетворення однієї форми подання функціональної залежності в іншу – перетворення табличної форми подання даних (результатів вимірювань) в аналітичну (побудова математичної моделі). Це завдання можна вирішити за допомогою методів апроксимації.

Як правило, у технічних системах метою використання апроксимації є відновлення втрачених вихідних даних, але в технічній діагностиці важливо спрогнозувати поведінку вимірюваного параметру у майбутньому для оцінки залишкового ресурсу. Проте в більшості технічних систем задача

прогнозування є невирішеною. Тому розробка нових підходів до апроксимації даних вимірювань є надзвичайно важливою і актуальною задачею при прогнозуванні в системах багатокласової діагностики.

Саме тому у даній роботі проведено спробу вдосконалення методу найменших квадратів, як найбільш використовуваного в технічній діагностиці. Як відомо, основним недоліком цього методу є значне зменшення точності при апроксимації коливальних процесів. Щоб позбутися даного недоліку запропоновано проводити кускову апроксимацію коливальних процесів поліномами не вище п'ятого порядку.

Проведено ряд дослідів зі змодельованими періодичним (гармонічним) та неперіодичним (перехідним) процесами з частотами 2Гц, 20Гц, та 200Гц. Показано, що запропонований метод кускової апроксимації дозволяє зменшити відносну похибку наближення функцій до 10-3%. Недоліком є виникнення екстремумів на графіках похибок через наявність різких «стрибків» у місцях з'єднання сусідніх сегментів сигналу. Для усунення даного недоліку додатково розроблено алгоритм згладжування функції у місцях з'єднання сусідніх сегментів сигналу.

Додатково вдосконалено метод найменших квадратів шляхом введення в нього попередньої інтерполяції початкового сигналу до довжини $2i$ для можливості використання швидких алгоритмів обробки даних. Також надано рекомендації щодо застосування вдосконаленого методу апроксимації у системах багатокласової діагностики.

Ключові слова: метод найменших квадратів, апроксимація, інтерполяція, MATLAB, системи багатокласової діагностики.

УДК 004.4: 621.01

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ КІНЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ ПЛОСКОГО ВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ

Ступак О.Ю., Цибульник С.О.

*Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна
E-mail: tsybulnik.s.a@gmail.com*

У наш час завдання кінематичного аналізу механізмів найчастіше вирішуються графічними або аналітичними методами. Графічні методи засновані на геометричній побудові траєкторій руху окремих ланок механізму, швидкостей і прискорень їх шарнірів. Отримувані результати дають наочну картину руху ланок механізму і його шарнірів, але необхідні побудови виконуються для кожного конкретного положення механізму. Аналітичні методи забезпечують високу точність обчислення шуканих параметрів. У порівнянні з графічними методами, зараз дуже часто застосовують саме аналітичні методи.

З розвитком мов програмування та можливостей відповідних середовищ розробки стає можливою реалізація кінематичного аналізу плоских важільних механізмів програмними методами. Дана реалізація являється комбінованим графоаналітичним методом, оскільки аналітичне рішення засноване на графічних побудовах та рішенні відповідних геометричних задач. Програмний метод має свої переваги та недоліки. Серед переваг можна зазначити можливість розробки універсального програмного продукту для аналізу плоских важільних механізмів будь-якої складності; користувач такого програмного забезпечення може не володіти знаннями, необхідними для побудови відповідних планів, а використовувати тільки результати побудови у подальшому аналізі при вирішенні поставлених завдань; як результат попередніх переваг, значне розширення кола користувачів; реалізація не тільки статичних планів, а й можливість анімації повного циклу роботи механізму, що дозволяє відстежити різкі зміни положень і внести зміни для плавного руху; можливість використання проміжних версій програмного продукту для рішення простих задач.

До недоліків можна віднести складність математичного апарату; складність алгоритму програмного забезпечення через необхідність урахування різної структури та взаємного положення елементів; як результат попередніх недоліків, значний час на розробку.

Враховуючи, що переваг у такого методу значно більше, у даній роботі проведено перші ітерації процесу розробки універсального програмного забезпечення для кінематичного аналізу плоских важільних механізмів. Розроблено ряд методів для визначення кута обертання кривошипа, визначення положень шарнірів та ряд класів для створення ланок і стійок у вигляді об'єктів.

Ключові слова: плоский важільний механізм, кінематичний аналіз, Processing.

УДК658.512.2-52

АВТОНОМНОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЙСМИЧЕСКИХ РЕГИСТРАТОРОВ

Мироненко П.С., Палий О.М.

*Национальный технический университет Украины “Киевский политехнический институт
имени Игоря Сикорского”, Киев, Украина*

E-mail: p.myronenko@kpi.ua

Вибростенд относится к технике испытаний объектов как при действии одноосной, так и двухосной поступательной вибрации. Основным типом датчиков, для контроля которых предназначен стенд, - индукционные сейсмоприемники инерционного типа, выходной сигнал которых, пропорциональный колебательной скорости его корпуса.

Вибростенд представляє собою універсальне автономне переносне устройство, розроблене на основі симетричних упруго - деформовуваних елементів. Для стійкої роботи стенда область робочих частот приводу системи збудження коливань вибрана менше резонансної частоти упруго – деформовуваного підвеса робочого стола.

Система підвеса представляє собою симетричну конструкцію, зібрану на чотирьох плоских пружинах. Пружини утворюють подвижний упругий контур, який кріпиться спеціальними кріпежними елементами одним кінцем до зовнішнього нерухомого контуру, а другим - до подвижного столу. Змінюючи конфігурацію системи кріплення, можна змінювати власну частоту коливань подвижного стола.

Збудження коливань робочого стола здійснюється двигателем з автономним живленням і регульованим числом оборотів (частотою вібрації). Перетворення вращального руху в поступальне здійснюється за допомогою кулисного механізму.

Стенд має інформаційно – вимірний модуль, який через віброконтролер підключається до ноутбука. Цей модуль вимірює, реєструє і обробляє отриману інформацію. Основним параметром при перевірці – дійсне значення коефіцієнта перетворення на базовій частоті.

З допомогою зміни положення стенда в просторі (переворотом), можна проводити випробування і калібровку сейсмометрів як з вертикальною, так і з горизонтальною осью чутливості.

Ключові слова: стенд, контроль, точність, вібровипробування, сейсмометри.

УДК 519.688

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ШУМОПОДІБНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ПОЧАТКОВИХ ПОШКОДЖЕНЬ ОБЕРТОВИХ СИСТЕМ

Паздрій О.Я.

Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна

E-mail: olgapazdri@gmail.com

Забезпечення діагностики пошкоджень обертових елементів газотурбінних двигунів (ГТД) на початковому етапі їх розвитку є пріоритетною задачею моніторингу технічного стану складних просторових об'єктів. Вимірювані віброакустичні сигнали є складними шумоподібними процесами, а початкові пошкодження обертових елементів ГТД (лопаток, дисків, валів роторів)

практично не призводять до збільшення загального рівня випромінюваних сигналів, або їх окремих спектральних компонент.

Традиційні методи обробки не дозволяють виявити складові вібраційних сигналів, що несуть інформацію про початкове пошкодження обертових елементів ГТД, тому необхідно застосувати методи обробки діагностичної інформації, які чутливі до малих змін корисної інформації в умовах високого рівня адитивних та мультиплікативних завад. До таких методів відносяться методи частотно-часового аналізу, масштабно-часового аналізу, фрактальний аналіз, багатоспектральний (зокрема, біспектральний) тощо.

У роботі представлено порівняльний аналіз різних методів обробки діагностичних сигналів для діагностики початкових тріщиноподібних пошкоджень обертових елементів ГТД. У ході дослідження було проведено моделювання віброакустичних сигналів для діагностики пошкодження роторного елемента (лопатки робочого колеса) авіаційного ГТД. Досліджується одне робоче колесо, яке містить 21 лопатку, на стаціонарному режимі експлуатації ГТД. Розглянуто два технічних стани робочого колеса: усі лопатки без пошкодження та 20 лопаток без пошкодження, 1 лопатка з початковим тріщиноподібним пошкодженням. Далі модельовані сигнали було оброблено за допомогою частотно-часового та біспектрального аналізу, отримані результати оцінювались за допомогою фрактального аналізу. Отримані результати, ілюструють суттєві зміни діагностичних показників з появою пошкодження однієї лопатки. Проведені дослідження показали ефективність застосування дворівневої обробки вібраційних сигналів для діагностики початкових пошкоджень обертових елементів ГТД.

Ключові слова: моніторинг технічного стану, газотурбінний двигун, тріщиноподібне пошкодження, віброакустичний сигнал, частотно-часовий аналіз, масштабно-часовий аналіз, біспектральний аналіз, фрактальний аналіз.

Література

- [1] Н.І. Бурау, Л.Л. Яцко, О.М. Павловський, Ю.В. Сопілка. Методи цифрової обробки сигналів для вібраційної діагностики авіаційних двигунів : монографія. К.: НАУ, 2012. 152 с.

УДК 621.791

БЛОК КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ ЗВАРЮВАННЯ НАФТОГАЗОВИХ РЕЗЕРВУАРІВ

Панчук А.Г.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,

Івано-Франківськ, Україна

E-mail: autokart@ukr.net

Виникла потреба організувати виробництво нафтогазових резервуарів в умовах малого підприємства, при цьому, за традиційною технологією (із зварювальною колоною і стаціонарним обертачем) зробити це важко, так як

необхідно задіяти великі виробничі площі. З іншого боку, в малого зварювального підприємства номенклатура виробів є невизначеною, а його гнучкість і універсальність часто є умовою виживання, тому і використання площ повинно бути універсальним. Як наслідок, було прийняте рішення використати технологію на базі мобільного обертача і зварювального трактора.

Технологія відома, проте ми вирішили забезпечити повну синхронізацію всіх процесів і побудувати зварювальну систему на базі цифрових приводів з єдиним блоком керування. В якості приводів – крокові двигуни, блок керування на базі програмованого логічного контролера Fatek FBs20MC, пульт керування на базі сенсорної панелі Weintek. В схемі передбачені два контролери 2DM860H для керування двигунами зварювального трактора. Ще два контролери 2DM2280 змонтовані в окремому корпусі і підключаються в разі необхідності. Вони призначені для керування двигунами мобільного зварювального обертача.

Програмування контролера Fatek здійснювалося в середовищі WinProladder [1]. Основна функція керування приводами - 140.HSP0, ще задіяні функції set, rst, 08d.mov, таймер та математичні функції. В середовищі EasyBuilder [2] здійснювалося програмування сенсорної панелі, при цьому був розроблений зручний інтерфейс, в якому передбачені всі необхідні інструменти для керування зварювальною системою.

З метою економії коштів, в якості джерела зварювального струму був використаний трансформатор ТДФ-1001УЗ. Він морально застарілий, тому прийшлося його модернізувати, а саме забезпечити керування зварювальним струмом з ручного пульта. При цьому, була розроблена плата, яка сигнал із вторинної обмотки трансформатора подавала на аналогово-цифровий перетворювач ПЛК Fatek з подальшим виводом значення зварювального струму на сенсорній панелі пульта.

Таким чином, запропонована схема, виготовлений та випробуваний блок керування системою зварювання нафтогазових резервуарів.

Ключові слова: блок керування, логічний контролер, зварювання.

Література

- [1] Win Proladder user's manual. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <http://fatek.com/en/technical.php?act=manual&catId=11&page=1>
- [2] Easy Builder 8000. User Manual – Режим доступу до ресурсу: http://www.weintek.com.ua/webfm_send/446