



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52444 (13) U
(51) МПК (2009)
G01P 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) АНЕМОМЕТРИЧНА СИСТЕМА

1

2

(21) u201002571

(22) 09.03.2010

(24) 25.08.2010

(46) 25.08.2010, Бюл.№ 16, 2010 р.

(72) ТИМЧЕНКО ВІКТОР ЛЕОНІДОВИЧ, ТИМЧЕНКО ІНА ВІКТОРІВНА, КУКЛІНА КАТЕРИНА ОЛЕКСІВНА

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

(57) Анемометрична система, що складається з блока контролю швидкості вітру, блока контролю напрямку вітру, пульта керування, мікроконтролера, до складу якого входять блок усереднення кількості імпульсів та фільтрування випадкових коливань, блок перерахунку кількості імпульсів у швид-

кість потоку вітру, які з'єднані з вузлом контролю швидкості, аналогово-цифровий перетворювач входом з'єднаний з виходом блока контролю напрямку вітру, яка відрізняється тим, що у блоці контролю напрямку вітру використано шістнадцятирублову систему, вихід якого з'єднаний через аналогово-цифровий перетворювач мікроконтролера з LCD-дисплеєм, блок контролю швидкості сполучений з блоком перерахунків кількості імпульсів в швидкість вітру, вихід якого з'єднаний з блоком усереднення параметрів швидкості вітру, вихід якого зв'язаний з блоком контролю швидкості вітру по заданому значенню та блоком аварійної сигналізації.

Корисна модель належить до пристроїв суднової автоматики. Система дозволяє вимірювати швидкість та напрямку вітру, що в кінцевому підсумку дозволяє компенсувати його збурювальну силу, а отже поліпшити маневреність судна і таким чином підвищити безпеку мореплавання у прибережних водах і вузьких каналах.

Відомо про анемометричну систему АПР-2 (заявка Російської Федерації №98106769/20 від 14.04.1998, МПК G01P5/06.), що належить до класу електронних крильчастих систем, яка призначена для визначення швидкості повітряного потоку при метеорологічних вимірах на суші й морі, у шахтах і рудниках всіх категорій, а також у системах промислової вентиляції й кондиціонування повітря. Система занесена до Державного реєстру засобів вимірювання України. Вона складається із двох блоків: первинного перетворювача і вимірювального блока. Первинний перетворювач виконаний у корпусі, відлитому з удароміцної пластмаси. У циліндричній обичайці корпусу встановлена шестилопатева крильчатка з алюмінієвого сплаву з лопатками, закрученими під кут 45°. Вона посаджена на вісь, що пройшла спеціальну термообробку. Опори осі вмонтовані в латунні підп'ятники, розташовані на геометричній осі обичайки. У підставу корпусу закріплена котушка індуктивності, намотана на кільцевому феритовому сердечнику.

Первинний перетворювач за допомогою уніфікованого штирового роз'єму з'єднується з висувною штангою і кріпиться до неї накладною гайкою. Висувна штанга виготовлена з тонкостінної труби, яка має спеціальне формування, котра перешкоджає її обертанню навколо продольної осі. У штанзі розміщений спіральний провідник, що з'єднує за допомогою роз'єма первинний перетворювач із вимірювальним блоком. У корпусі розміщені електронна схема, джерело живлення, органи керування й висувна штанга, на якій закріплені первинний перетворювач. У неробочому положенні анемометра первинний перетворювач знаходиться у спеціальній ніші корпусу, що надійно охороняє його від ушкодження. У верхній частині кришки корпусу розташоване оглядове віконце, закрите оргсклом, призначене для спостереження за показаннями індикатора. У ручці корпусу розташований відсік живлення, що закривається кришкою із гвинтом. Електронна схема змонтована на платі з фольгованого стеклотекстоліту із двосторонньою печаттю. На платі закріплені цифровий індикатор, мікроконтролер MCS51 і регульовальні елементи схеми. Подовжувач висувної штанги виконаний з тонкостінної труби, на кінцях якої вмонтовані роз'єми. З'єднання подовжувача з вимірювальним блоком і первинним перетворювачем здійснюється за допомогою різьбової втулки й

(19) UA (11) 52444 (13) U

накидної гайки. Але крильчатка анемометра досить швидко втрачає чутливість, що може приводити до отримання невірних результатів вимірювання. Крім того у даній анемометричній системі неможливе достовірне вимірювання малих швидкостей потоку в області 0,1 м/с.

За прототип прийнято анемометричну систему LB-747, авторство належить LAB-EL «Лабораторная электроника» (Адрес: ul. Herbaciańska 9, 05-816 Reguły, Польща, E-mail: info@label.pl, Інтернет сайт: <http://www.label.pl/>), яка складається із: датчика швидкості й датчика напрямку вітру, а також перетворювача. Корпус вимірника зроблений з анодованих алюмінієвих сплавів. Датчик швидкості має флюгарку невеликої інерції. Вона посаджена на подвійному підшипнику з іржостійкої сталі. Кожне обертання флюгарки генерує один імпульс на виході геркона. Обертання флюгарки переноситься на рух магніту, викликаючи замикання геркона. Частота імпульсів з геркона вимірюється за допомогою лічильників мікроконтролера. Напрямок вітру переноситься на положення золотника потенціометра, напруга якого вимірюється аналого-цифровим перетворювачем, зінтегрованим з мікроконтролером. Електричні сигнали з датчиків перераховуються в мікроконтролері з урахуванням коефіцієнтів калібрування, записаних у програмі пристрою. Результати вимірювання відправляються із приладу в цифровій формі до персонального комп'ютера через інтерфейс RS-232 або зі спеціалізованої зовнішньої відлікової панелі. Система усереднює швидкість потоку за дві хвилини, але для проходження вузьких каналів необхідно знати швидкість вітру за менший інтервал часу, крім того, визначення напрямку вітру визначається по восьмикутній системі, що недостатньо для забезпечення надійності керування судном при проходженні вузьких каналів. Також в прототипі відсутня сигналізація при граничних значеннях сили вітру, що може привести до аварійних режимів роботи судна.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення анемометричної системи, у котрій розроблено вузол контролю швидкості вітру, що підвищує бистроту перерахунків кількості імпульсів у швидкості вітру та продуктивність роботи мікроконтролера, дороблено блок усереднення швидкості потоку; розроблено систему звукової та світлової сигналізації при перевищенні швидкості вітру заданого значення; реалізовано більш точну градацію напрямку руху повітряних мас, що підвищує точність вимірів, не знижуючи швидкості процесу вимірювання.

Поставлена задача вирішується тим, що:

в анемометричній системі, що складається з: блока контролю швидкості вітру, блока контролю напрямку вітру, пульта керування, мікроконтролера, до складу якого входять блок усереднення кількості імпульсів та фільтрування випадкових коливань, блок перерахунку кількості імпульсів у швидкості потоку вітру, які з'єднані з вузлом контролю швидкості, аналоге - цифровий перетворювач, входом з'єднаний з виходом блока контролю напрямку вітру, згідно з пропозиціями авторів, у блоці контролю напрямку вітру використано шістна-

дцятирумбову систему, вихід якого з'єднаний через аналоге - цифровий перетворювач мікроконтролера з LCD - дисплеєм, блок контролю швидкості сполучений з блоком перерахунків кількості імпульсів в швидкість вітру, вихід якого з'єднаний з блоком усереднення параметрів швидкості вітру, вихід якого зв'язаний з блоком контролю швидкості вітру по заданому значенню та блоком аварійної сигналізації.

Це забезпечується:

- програмним удосконаленням блока датчика швидкості вітру;
- додаванням блока контролю швидкості вітру по заданому значенню;
- використанням шістнадцяти оптичних датчиків та їх об'єзки.

За рахунок цього:

- Підвищується бистроту перерахунків кількості імпульсів у швидкість вітру, не знижуючи продуктивності мікроконтролера, котрі спрощуються до такого ступеня, що не потрібні операції з плаваючою комою. Звідси дві переваги:

по-перше, спрощується підпрограма перерахунку кількості імпульсів в швидкість вітру, а по-друге, має місце менше завантаження мікроконтролера математичними обчисленнями, що підвищує його продуктивність; покращується точність системи керування, до складу якої входить датчик швидкості вітру.

- Забезпечується більш висока точність вимірювання швидкості вітру за рахунок зменшення інтервалу усереднення вимірів, усереднення в системі проводиться за вісім секунд, також на протязі двох секунд відбувається фільтрування випадкових вітрових коливань, при цьому, за значення, що діє, береться остання стабільна величина значень напрямку вітру;

- Забезпечується підвищення інформативності вимірювань максимальних значень швидкості вітру анемометричною системою за рахунок розробки звукової та світлової сигналізації

- Підвищується точність вимірів напрямку вітру, внаслідок використання шістнадцятирумбової системи, у котрій удосконалено вузол контролю напрямку вітру додаванням восьми інфрачервоних випромінювачів, фотодатчиків, каналних підсилювачів сигналів фотодатчиків, а також транзисторними ключами, що формують логічні сигнали контролю датчиків напрямку вітру та вибірки мультиплексорів-комутаторів контролю оптичних датчиків каналу напрямку вітру; в схемі додано також конденсатор ємністю 0,1- 0,24 мкф, включений паралельно резистору зворотного зв'язку, для компенсації імпульсів перешкод, виникаючих у момент перекриття оптичного каналу рухомим прапорцем.

- В програмному забезпеченні системи застосовано апріорно обчислений розрахунковий коефіцієнт для визначення параметру швидкості вітру для конкретної реалізації анемометричної системи, який розраховується по формулі:

$$V_{SW(1)} = \frac{2\pi r \cdot n}{T_{SW(1)}} \text{ (м/с)}$$

, V_{SW} - швидкість вітру, r - радіус кола, по якому рухається прапорець, n - число обертів за хвилину, T_{SW} - час, в перебігу

якого робиться підрахунок імпульсів з оптичного датчика. При підстановці значень за період вісім секунд формула приймає вигляд: $V_{sw}(8) = 0,0102 \cdot n$, тобто, для розглянутої конфігурації коефіцієнт дорівнює $k = 0,0102$; усереднення швидкості вітру розраховується за менший відрізок часу усереднення.

Для виявлення різниці між прототипом та експериментальним зразком було проведено серію

експериментів. Для проведення даного експерименту розміщали пристрій-прототип і експериментальний зразок в закритому приміщенні та направляли на пристрої точкове джерело повітря. Напрямок і силу дії вітру змінювали з часом. У першій половині експерименту порівнювали свідчення пристроїв по вимірюванню напрямку вітру. Результати зведено в таблицю 1.

Таблиця 1

Експериментальні показники вимірювання напрямку вітру.

Час вимірювання напрямку вітру (хв.)	Показання датчика вітру LB-747 (румб)	Показання експериментального зразка анемометричної системи (румб)
15	N	N
30	NE	NNE
60	S	SSW
90	SW	SW
120	NW	NNW

У другій половині експерименту порівнювали свідчення пристроїв по вимірюванню швидкості вітру. Результати зведено в таблицю 2.

Таблиця 2

Експериментальні показники вимірювання швидкості вітру.

Час вимірювання швидкості вітру (хв.)	Показання датчика вітру LB-747 (м/с)	Показання експериментального зразка анемометричної системи (м/с)
15	0,6	0,5
30	1,8	1,7
60	3,2	3,2
90	5,4	5,3

У таблиці 3 зведено інформацію щодо визначення кількості вимірів двома системами за дві хвилини.

Таблиця 3

Порівняння кількості вимірів за дві хвилини.

	Час вимірювання швидкості вітру (хв.)	Кількість вимірів, визначених за час вимірювання	Знайдені значення швидкості вітру (м/с)
Показання датчика вітру LB-747	2	1	1,8
Показання експериментального зразка анемометричної системи	2	5	1,7;1,8;1,8;1,7;1,8

Аналізуючи дані експериментальної таблиці 1, наприклад, протягом тридцяти хвилин, впродовж котрих виконувались виміри, датчиком LB-747 було встановлено напрямок вітру NE, а показання напрямку вітру, визначені експериментальним зразком анемометричної системи, склали NNE, звідки можна зробити висновок, що вимірювання за допомогою експериментального зразка анемометра проводилось з більшою точністю, завдяки застосуванню шістнадцяти/румбової системи у вузлі фіксування напрямку руху повітряних мас. Аналізуючи дані експериментальної таблиці 2,

наприклад, протягом тридцяти хвилин, впродовж котрих виконувались виміри, датчиком LB-747 було встановлено швидкість вітру 1,8м/с, а показання швидкості вітру, визначені експериментальним зразком анемометричної системи склали 1,7м/с, звідки можна зробити висновок, що вимірювання, які проводились за допомогою експериментального зразка анемометра, також є достовірними. Також слід зазначити, що інтервал між вимірюваннями напрямку вітру або швидкості руху повітряних мас може бути змінений за бажанням користувача. В експериментальній таблиці 3, зведено дані про

результати вимірів двома системами, котрі проводились за інтервал в дві хвилини, з таблиці видно, що датчиком LB-747 було знайдено одно значення швидкості вітру, яке дорівнювало 1,8м/с, тоді як експериментальним зразком анемометричної системи було знайдено п'ять значень швидкості вітру, звідки знайдено середнє значення швидкості вітру, яке дорівнює 1,76м/с, тому можна зробити висновок про значне підвищення точності анемометричної системи, що дуже важливо для удосконалення систем керування рухом судна при проходженні по вузьким каналам та протокам.

На Фіг. представлено блок - схему анемометричної системи.

Виходи вузла контролю швидкості вітру (1) та вузла контролю напрямку вітру (2), який використовує шістнадцятирумбову систему, підключено до входів мікроконтролера (3); блок контролю напрямку вітру (2) з'єднаний з блоком аналого-цифрового перетворювача (4), вихід блока контролю швидкості вітру (1) з'єднаний з блоком усереднення кількості імпульсів та фільтрування випадкових коливань (5), вихід якого з'єднаний з блоком перерахунку кількості імпульсів у швидкість потоку вітру (6), який пов'язаний з блоком контролю швидкості вітру по заданому значенню (7), що з'єднаний з блоком світлової та звукової індикації (8). Крім того, мікроконтролерний блок (3) призначений для подачі даних у процесі вимірювання на LCD-дисплей (9), блок пульта керування (10) призначений для завдання режимів роботи системи.

Анемометрична система реалізується таким чином.

При подачі основної живлячої напруги +5V, +12V на електронні блоки. починає проводитись ініціювання таймерів, робочих регістрів, програм-

них бітів, LCD-дисплея. (9) При виборі певного режиму роботи та натисненні кнопки /START/ на пульті керування (10), починається ініціювання основних елементів пам'яті і допоміжних регістрів перед початком вимірювання швидкості вітру. Відбувається старт таймера-лічильника на рахунок імпульсів від джерела збуджувальної сили. При досяганні лічильником часу вимірювання швидкості вітру значення константи /Nсек/, лічильник зупиняється, а значення кількості Імпульсів нарахованих лічильником надходить до блока усереднення (5), що входить до складу мікропроцесора (3), потім виконується виклик блока (6), що виконує перерахунок повного числа імпульсів, накопичених за час вимірювання, якщо значення вимірюваної швидкості не перевищує константи, то, відбувається виведення інформації на LCD-дисплей (9). Якщо значення вимірюваної швидкості вітру більше ніж задана константа, то з блока контролю швидкості вітру по заданому значенню (7) на блок аварійної сигналізації (8) подається тривожний сигнал, після цього необхідно за допомогою пульта керування (10) вибрати більше за попереднє граничне значення швидкості вітру, потім вимір починається спочатку, також на LCD-дисплей (10) з блока усереднення швидкості вітру (6) подається інформаційний сигнал середнього значення швидкості вітру. При визначенні напрямку вітру вихідний сигнал з вузла (2) подається на блок аналого-цифрового перетворювача (4), після обробки отримана інформація відображається на LCD-дисплеї (9).

Таким чином позитивний ефект у поліпшенні маневреності судна та підвищенні безпеки мореплавання у прибережних водах і вузьких каналах досягнута завдяки новій анемометричній системі.

