



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **61049** (13) **U**
(51) МПК (2011.01)
B63B 39/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОСАДКИ, КРЕНУ ТА ДИФЕРЕНТУ ПЛАВЗАСОБУ

1

2

(21) u201013972

(22) 23.11.2010

(24) 11.07.2011

(46) 11.07.2011, Бюл.№ 13, 2011 р.

(72) ГОРДЕЄВ БОРИС МИКОЛАЙОВИЧ, ЖУКОВ
ЮРІЙ ДАНИЛОВИЧ, ЗІВЕНКО ОЛЕКСІЙ ВАСИ-
ЛЬОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕ-
БУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

(57) Пристрій для визначення осадки, крену та
диференту плавзасобу, що містить датчики рівня,

електрично з'єднані через комутатор із вторинним
приладом, що містить імпульсний високочастотний
генератор, високочастотний приймач, обчислюва-
льний блок, а вихід високочастотного приймача
з'єднаний з обчислювальним блоком, до виходу
якого підключений індикатор, який **відрізняється**
тим, що датчики рівня розташовані довільно, але
не в одній вертикальній площині, та їх кількість
дорівнює трьом.

Корисна модель відноситься до галузі судно-
будування, а саме до пристроїв для визначення
параметрів посадки (осадки, крену і диференту).

Відомий пристрій для виміру осадки, крену та
диференту судна, що містить щонайменше чотири
датчики для визначення рівня рідини, вторинний
прилад містить 2 блоки живлення, 2 оптрона, порі-
вняльний міст і двоканальний підсилювач потуж-
ності, а кожний із датчиків з'єднаний з комутато-
ром [а.с. СРСР №1024359, кл. В63В39/12, 1981р.].
Цей пристрій конструктивно простий, однак наяв-
ність подвійного набору деяких елементів робить
неефективним його широке використання. При-
стрій має складний алгоритм роботи при визна-
ченні параметрів посадки, що зменшує точність
вимірів, особливо в умовах хвилювання, коли
швидкість вимірів порівняна зі швидкістю зміни
параметрів.

Найбільш близьким до заявленого за суттю й
технічним результатом, що досягається, є пристрій
для визначення осадки, крену та диференту плав-
засобів [по патенту України №18570, кл.
В63В39/12, 1997р.]. Цей пристрій містить як міні-
мум чотири датчики рівня для контролю парамет-
рів посадки плавзасобу, електрично з'єднаних че-
рез комутатор з вторинним приладом, що містить
імпульсний високочастотний генератор, високоча-
стотний приймач, обчислювальний блок. Вихід
високочастотного приймача з'єднаний з обчислю-
вальним блоком, до виходу якого підключений
індикатор. Розглянутий пристрій відрізняється
оперативністю контролю та надмірною кількістю

датчиків рівня, що використовуються. Вимірюван-
ня з використанням чотирьох датчиків вимагає
попарного розміщення датчиків в площинах, пара-
лельних основним конструктивним площинам:
діаметральній та площині мідель-шпангоута: об-
числення крену проводиться за даними вимірю-
вання віддаленості водної поверхні від пари дат-
чиків, розміщених в площині, паралельній площині
мідель-шпангоута; обчислення диференту прово-
диться за даними вимірювання віддаленостей во-
дної поверхні від пари датчиків, розміщених в
площині, паралельній діаметральній площині пла-
взасобу. Даний пристрій прийнятий якнайближчий
аналог.

В основу корисної моделі поставлено задачу
удосконалення пристрою для визначення осадки,
крену та диференту плавзасобу, у якому зменше-
но загальну кількість датчиків рівня, що забезпечує
оперативне отримання параметрів посадки плав-
засобу і за рахунок цього зменшується вартість та
підвищується надійність пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в
пристрої для визначення осадки, крену та дифе-
ренту плавзасобу, що містить датчики рівня, елек-
трично з'єднані через комутатор із вторинним при-
ладом, що містить імпульсний високочастотний
генератор, високочастотний приймач, обчислюва-
льний блок, а вихід високочастотного приймача
з'єднаний з обчислювальним блоком, до виходу
якого підключений індикатор, згідно з пропозицією,
датчики рівня розташовані довільно, але не в од-
ній вертикальній площині та їх кількість дорівнює

(19) **UA** (11) **61049** (13) **U**

трьом.

Пристрій визначення осадки, крену та диференту плавзасобу за значеннями відстаней від водної поверхні до датчиків рівня розділу середовищ з використанням лише трьох датчиків передбачає отримання вектора нормалі до водної (горизонтальної) поверхні (N_r) в системі координат плавзасобу ($Oxyz$). Датчики мають координати: $1(x_1, y_1, z_1)$; $2(x_2, y_2, z_2)$; $3(x_3, y_3, z_3)$, що не належать одній вертикальній площині. Кожен датчик вимірює рівень розділу середовищ - відстань від випромінювача до поверхні води $z_i + z_i^0 + z_i^T$, де:

z_i - висота установки датчика відносно головної площини плавзасобу;

z_i^0 - висота площини теоретичної ватерлінії (при стандартній осадці);

z_i^T - поточне відхилення висоти поверхні води від розрахункової (при поточних значеннях крену,

диференту і осадці плавзасобу). Координати x_i, y_i, z_i, z_i^0 ($i=1, 2, 3$) - визначаються конструкцією і в процесі експлуатації не змінюються. Таким чином, точки, які визначають площину водної поверхні (горизонту) в системі координат плавзасобу мають координати:

$$M_i(x_i, y_i, z_i + z_i^0 + z_i^T), (i=1,2,3)$$

Віднявши установочні відстані $z_i + z_i^0$, отримуємо координати точок, які лежать на водній поверхні, в системі координат, де горизонтальна площина співпадає з площиною конструктивної ватерлінії.

Лінійне рівняння площини водної поверхні в координатах системи, зв'язаної з плавзасобом (відносно x, y, z), має вигляд:

$$Ax + By + Cz + D = 0.$$

Коефіцієнти рівняння (вони визначають площину) обчислюються за формулами:

$$A = y_2 \cdot z_3^T - y_2 \cdot z_1^T - y_1 \cdot z_3^T - y_3 \cdot z_2^T + y_3 \cdot z_1^T + y_1 \cdot z_2^T;$$

$$B = x_1 \cdot z_3^T - x_1 \cdot z_2^T - x_2 \cdot z_1^T - x_2 \cdot z_3^T + x_3 \cdot z_2^T + x_3 \cdot z_1^T;$$

$$C = x_1 \cdot y_2 - x_1 \cdot y_3 + x_2 \cdot y_3 - x_2 \cdot y_1 - x_3 \cdot y_1 + x_3 \cdot y_2;$$

$$D = -x_1 \cdot y_2 \cdot z_3^T + x_1 \cdot y_3 \cdot z_2^T + x_2 \cdot y_1 \cdot z_3^T - x_3 \cdot y_1 \cdot z_2^T - x_2 \cdot y_3 \cdot z_1^T + x_3 \cdot y_2 \cdot z_1^T;$$

Кут крену знаходять як кут між отриманою вище площиною водної поверхні та діаметральною площиною плавзасобу.

$$\cos(\theta) = \frac{A \cdot A_1 + B \cdot B_1 + C \cdot C_1}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2} \cdot \sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}}$$

Загальне рівняння діаметральної площини плавзасобу має вигляд:

$$x=0; (\text{тут } A_1=1, B_1=C_1=D_1=0).$$

Кут крену:

$$\theta = \arccos\left(\frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}\right)$$

Диферент (ψ):

$$\phi = \arccos\left(\frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}\right)$$

Осадку отримують як відстань від заданої точки судна до площини водної поверхні $M_H(x_H, y_H, z_H)$, $M_K(x_K, y_K, z_K)$ - координати носової і кормової марок:

$$T_H = \frac{A \cdot x_H + B \cdot y_H + C \cdot z_H + D}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}};$$

$$T_K = \frac{A \cdot x_K + B \cdot y_K + C \cdot z_K + D}{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2}}$$

Таким чином, за рахунок використання спеціальної схеми розташування датчиків рівня (розташування датчиків відоме заздалегідь в координатах будівельних осей плавзасобу і не належить вертикальній площині) досягається зменшення кількості датчиків на 25%. Всі датчики посадки у своїй роботі використовують метод імпульсної рефлектометри й мають єдине електронне й конструктивне виконання. Використання лише трьох

датчиків рівня замість чотирьох та алгоритми пріоритетної обробки сигналів дозволяють зменшити час виміру всіх параметрів, що важливо в умовах сильного хвилювання, або спуску/підйому судна плавдоком.

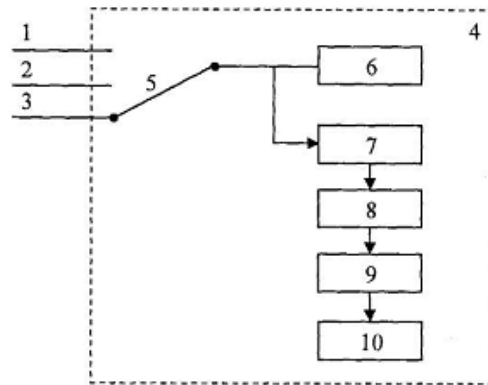
На фіг.1 показано принципову схему пристрою для визначення осадки, крену та диференту плавзасобу. На фіг.2 представлено схему розміщення датчиків, вид зверху. На фіг.3 представлено схему розміщення датчиків, вид збоку. На фіг. 4 представлено позначення висот в термінах датчиків рівня.

Пристрій містить датчики рівня 1-3, вторинний прилад 4 містить у собі комутатор 5, високочастотний генератор 6 та приймач 7, послідовно з'єднані каналом зв'язку 8, обчислювальний блок 9 та індикатор 10. Датчики 1-3, вторинний прилад можуть бути виконані як зазначено в найближчому аналозі.

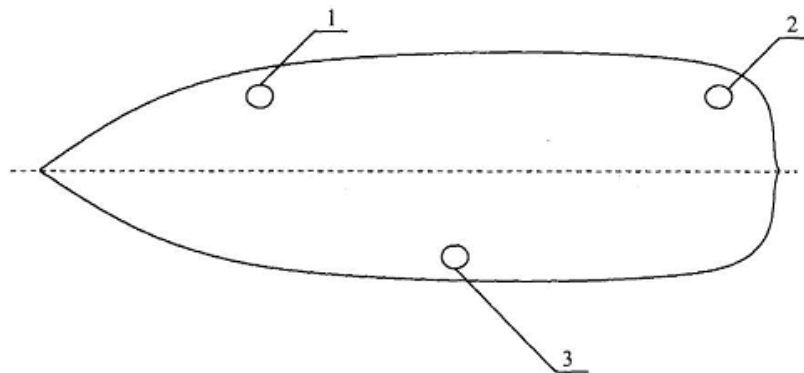
Пристрій працює наступним чином. Зондувальний імпульс із виходу високочастотного генератора 6 через комутатор 5 надходить в один із датчиків 1-3 (вибір датчика визначається спеціальним алгоритмом обчислювального пристрою 9) і одночасно на вхід високочастотного приймача 7. Потім імпульс, відбитий від неоднорідності вода-повітря (або кінця датчика), потрапляє на вхід приймача 7. Інтервал часу між зондувальним і відбитим імпульсами залежить від відстані між переходом вода-повітря й місцем установки вторинного приладу 4. Далі зондувальний і відбитий імпульси через канал зв'язку 8 надходять на вхід обчислювального блоку 9, представляючи таким чином рефлектограму датчика. На підставі обмірюваного інтервалу часу обчислювальний блок 9 розраховує відстані до водної поверхні. Розраховані значення осадки та кутів крену і диференту, візуальна сигналізація критичних значень параметрів відображаються на індикаторі 10.

Технічні переваги пристрою в порівнянні з прототипом: пристрій дозволяє контролювати однакову кількість параметрів посадки меншою кількістю датчиків. Використання лише трьох датчиків рівня замість чотирьох та алгоритми пріоритетної обро-

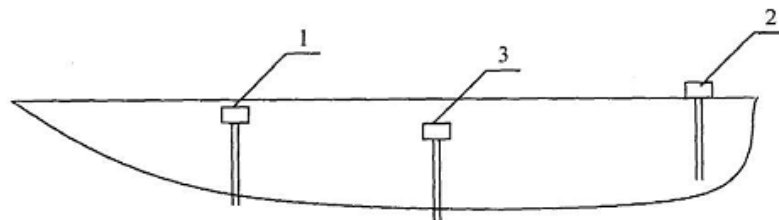
бки сигналів дозволяють зменшити час виміру всіх параметрів. Заявлений пристрій придатний для широкого застосування в автоматизованих системах керування плавспорудою.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фіг. 4