



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61024 (13) U  
(51) МПК (2011.01)  
B63B 39/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ЗАСПОКОЮВАЧ ХИТАВИЦІ

1

2

(21) u201013507

(22) 15.11.2010

(24) 11.07.2011

(46) 11.07.2011, Бюл.№ 13, 2011 р.

(72) ГАЙША ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ,  
ГАЙША ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕ-  
БУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА(57) Заспокоювач хитавиці, що містить модулі з  
трубопроводами, в верхній частині яких виконано  
вхідний отвір, оснащений регульованою заслінкою,  
після якої у кожному трубопроводі встановлено  
нагнітаючі пристрої, який **відрізняється** тим, що

модулі навішені на корпус судна і закріплені у визначених місцях, а після нагнітаючого пристрою у кожному трубопроводі виконано отвір із регульованою заслінкою, розміщений нижче ватерлінії, а після отвору кожен трубопровід закінчується вихідним отвором у днищі модуля, оснащеним регульованою заслінкою, причому регульовані заслінки, нагнітаючий пристрій, датчики кута диференту, датчики механічних зусиль, які встановлені у характерних точках корпусу судна, зокрема на бульбі, датчики механічного тиску у трубопроводах підключені до ЕОМ з відповідною програмою.

Заспокоювач хитавиці належить до галузі активних гідродинамічних реактивних заспокоювачів кільової, вертикальної та бортової хитавиці суден і може бути застосований для зменшення амплітуди хитавиці, покращення пропульсивних якостей судна, а також для стабілізації положення судна на хвилях та зменшення динамічних навантажень на корпус.

Відомий модульний заспокоювач хитавиці, який встановлений у носовому бульбі судна і включає розташовані попарно і симетрично діаметральній площині судна модулі, кожний з яких виконаний у вигляді гідравлічного вузла, що містить вертикальний вхідний трубопровід і горизонтальний вихідний трубопровід, з'єднані за допомогою поворотного коліна (Патент RU 2184047, МПК7 B63B039/06, 2000). Вказаний засіб має порівняно низьку ефективність роботи, оскільки значна частина енергії потоку води, що набігає, втрачається у поворотних колінах. Крім того, даний заспокоювач призначений для заспокоєння лише кільової хитавиці.

Відомий також пристрій, який включає в себе розташовані попарно і симетрично відносно діаметральної площини судна модулі, орієнтовані передньою частиною у напрямку руху судна переднім ходом, кожен із яких виконаний у вигляді першого верхнього гідравлічного вузла, що містить трубопровід. У кожний модуль введений другий нижній гідравлічний вузол, аналогічний першому,

при цьому трубопровід першого верхнього гідравлічного вузла утворений нерухомими верхньою зовнішньою пластиною, нижньою стабілізуючою пластиною і боковими стінками. Трубопровід другого нижнього гідравлічного вузла утворений нерухомими нижньою зовнішньою пластиною, верхньою внутрішньою стабілізуючою пластиною та боковими стінками, спільними із боковими стінками трубопроводу першого верхнього гідравлічного вузла, при цьому нерухома нижня стабілізуюча пластина першого верхнього гідравлічного вузла виконана вигнутою у напрямку другого нижнього гідравлічного вузла, її передній край висунутий відносно переднього краю верхньої зовнішньої пластини, її задній край виконаний на рівні заднього краю верхньої зовнішньої пластини і встановлений відносно нього на відстані меншій, ніж її передній край відносно переднього краю верхньої зовнішньої пластини. Нерухома верхня стабілізуюча пластина другого нижнього гідравлічного вузла виконана вигнутою у напрямку першого верхнього гідравлічного вузла, її передній край висунутий відносно переднього краю нижньої зовнішньої пластини, її задній край виконаний на рівні заднього краю нижньої зовнішньої пластини і встановлений відносно нього на відстані меншій, ніж її передній край відносно переднього краю нижньої зовнішньої пластини. Технічний результат даного винаходу досягається тим, що модулі розташовані в районі носової і кормової кінцевостей

(19) UA (11) 61024 (13) U

судна нижче ватерлінії (Патент RU 2301172, МПК7 B63B39/06, 02.02.2006). Ефективність роботи описаного пристрою є невисокою, оскільки використовується в основному енергія потоків води (пасивний ефект демпфірування).

Найбільш близьким за своєю суттю є заспокоювач хитавиці, що містить розташовані в передній частині судна попарно і симетрично відносно діаметральної площини судна модулі з трубопроводами, причому вхідний отвір кожного трубопроводу оснащений регульованою заслінкою і розміщений у верхній частині борта або безпосередньо на верхній палубі судна. Після заслінки у кожному трубопроводі встановлено нагнітаючий пристрій, після якого в кожному трубопроводі виконано перше відгалуження, яке закінчується отвором з регульованою заслінкою, розміщеним вище ватерлінії. Наступне друге відгалуження закінчується отвором з регульованою заслінкою, розміщеним нижче ватерлінії. Після другого відгалуження трубопровід закінчується вихідним отвором у днищі судна, оснащеним регульованою заслінкою. Також заспокоювач включає датчики кута диференту, датчики механічних зусиль, які встановлені у характерних точках передньої частини судна, зокрема на бульбі, а також датчики механічного тиску у трубопроводах, підключені до ЕОМ з відповідною програмою. Ефективність заспокоєння хитавиці у цьому заспокоювачі збільшена за рахунок впровадження активних насосів, що нагнітають протидіючі хитавиці потоки води та (або) повітря (Патент на корисну модель України №42830, МПК7 B63B39/06, 27.07.2009). Зважаючи на ідентичність принципу роботи пристрою з пропозицією, а саме, використання потоків (водно-повітряної суміші) для створення стабілізуючого моменту, даний пристрій вибирається за прототип.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення заспокоювача хитавиці, в якому трубопроводи з активними нагнітаючими пристроями розміщені у кількох характерних точках по периметру борту судна, чим забезпечується можливість створення не тільки поздовжнього, а й поперечного стабілізуючого моменту, і, як наслідок, зменшення не тільки поздовжньої кильової, а й поперечної бортової та вертикальної хитавиці судна. Також пропонується вивести усю конструкцію в окремий пристрій у вигляді зовнішнього трубопроводу, і зробити цей пристрій навісним з можливістю його прибирання при непотрібності.

Розміщення трубопроводів не тільки у передній, а й у задній частині судна, дозволяє збільшити стабілізуючий момент, який зменшує кильову хитавицю, приблизно вдвічі, так як у прототипі ефективна робота заспокоювача забезпечується тільки на одній половині періоду хитавиці, а у пропонованому рішенні - на всьому періоді. Отже, стабілізуючий поздовжній момент для судна середньої довжини складатиме близько  $2\text{МН}\cdot\text{м}$  проти  $1\text{МН}\cdot\text{м}$  у прототипі. Крім кількісного збільшення поздовжнього стабілізуючого моменту, використання активного нагнітання по всьому периметру судна дозволяє внести якісне покращення, а саме асинхронно управляти нагнітаючими пристроями по правому та лівому бортах, а це дозволяє про-

тидіяти і бортовій хитавиці судна. У прототипі також можлива асинхронна робота трубопроводів, встановлених лише в носовій частині, однак при цьому виникає завалювання корпусу по діагоналі і виникнення складних коливань навколо прямої "ніс-корма". Використання суміші води з повітрям замість води дозволяє зменшити динамічне навантаження не лише на днище при слемінгу в носовій частині як у прототипі, а і навантаження на усю обшивку корпусу по периметру судна в районах встановлення трубопроводів. Також у прототипі пропонується трубопровід із усіма заслінками, нагнітаючим пристроєм (тобто всю конструкцію) розміщувати у корпусі судна, а для цього необхідно у нових судах передбачити відповідно місце під дану систему, а у існуючих суден іноді треба вносити значні переробки у конструкцію носової частини. Щоб позбутися цього недоліку та, зважаючи на порівняно невеликі розміри всього пристрою (габаритні розміри всієї системи близько  $1,5\text{м}\times 1,5\text{м}\times 6\text{м}$ ), пропонується виконати його у вигляді окремого модульного пристрою, який у разі необхідності може навішуватися на корпус судна у визначених місцях по периметру борта судна.

На рисунках показано схему розташування основних елементів пристрою у передній частині судна:

Фіг.1 - загальна схема розташування елементів одного модуля заспокоювача,

Фіг.2 - схема розташування навісних модулів заспокоювача по периметру судна.

Модулі можуть закріплюватися у довільних точках по периметру судна за допомогою спеціальних кріплень 1 і всі мають однакову конструкцію. Вхід трубопроводу 2 розташований у верхній частині модуля і обладнаний регульованою заслінкою. Після заслінки трубопровід містить нагнітаючий пристрій 3. Після нагнітаючого пристрою у трубопроводі нижче ватерлінії міститься отвір 4, обладнаний регульованою заслінкою. Після отвору 4 трубопровід закінчується вихідним отвором 5 у днищі модуля із регульованою заслінкою. Як варіант, можливе встановлення між отвором 4 та вихідним отвором 5 додаткового пристрою-змішувача 6. Роботою усіх регульованих заслінок в отворах 2, 4, 5, нагнітаючого пристрою 3 та змішувача 6 управляє ЕОМ, до якої підключені датчики тиску робочої речовини 7, розміщені у трубопроводі, датчики механічних навантажень у корпусі судна 8, розміщені на днищевій поверхні передньої частини судна, датчик параметрів нагнітаючого пристрою 3 та датчик параметрів хитавиці. Місця встановлення модулів: 9, 10, 11, 12, 13, 14 розташовані симетрично відносно діаметральної площини (наприклад, як на Фіг.2).

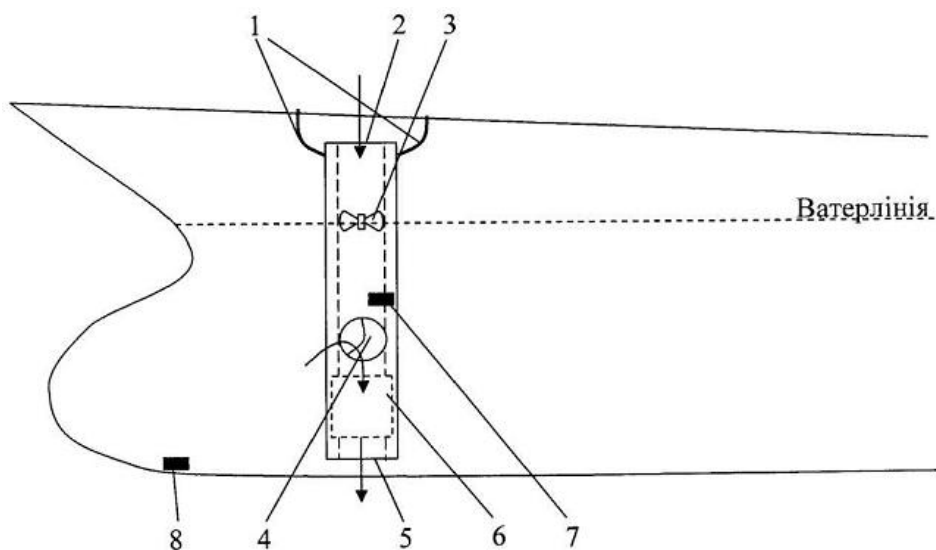
Як датчик параметрів хитавиці можна застосувати комбінований датчик "S-108" (фірма SMC, Швеція). Датчик механічних навантажень у корпусі судна - наприклад, судовий тензодатчик SBSG. Датчик тиску робочої речовини - наприклад, описаний у "Л.Л.Вагущенко, А.Л.Вагущенко, С.И.Заичко. Бортовые автоматизированные системы контроля мореходности. - Одесса: Фенікс, 2005. - 274с." на стор.122. Датчик параметрів нагнітаючого пристрою - наприклад, датчик, описа-

ний у "Л.Л.Вагущенко, А.Л.Вагущенко, С.И.Заичко. Бортовые автоматизированные системы контроля мореходности. - Одесса: Фенікс, 2005. - 274с." на стор.118. Як нагнітаючий пристрій можна використати гребний гвинт з параметрами, описаними у "Липис В.Б. Гидродинамика гребного винта при качке судна. - Л.: Судостроение, 1975. - 263с." на стор.76. Як змішувач можна використати звичайний подрібнювач крапель у вигляді решітки (або системи решіток) з коміркою заданого розміру. Як управляючу програму ЕОМ можна використати нейронну мережу, на вхід якої подаються сигнали від датчиків, а на виході продукуються управляючі сигнали для виконавчих пристроїв, різні варіанти якої описані у "Комашинский В.И., Смирнов Д.А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. - М.: Горячая линия-Телеком, 2003. - 94с." на стор.48-51.

Робота запропонованого пристрою розпочинається з закріплення модулів у місцях 9, 10, 11, 12, 13, 14 по периметру корпусу судна (Фіг.2) за допомогою кріплень 1. В подальшому циклічно виконуються наступні операції. За сигналом для даного модуля від управляючої програми, яка містить математичну модель руху корпусу судна на хвилях, відкривається його верхня заслінка 2, що надає доступ повітрю до трубопроводу через вхідний отвір. Нагнітаючий пристрій 3 знаходиться у включеному стані. В результаті цього біля входу 2 до трубопроводу створюється зона зменшеного тиску, куди засмоктується повітря із навколишнього середовища, а всередині трубопроводу нижче нагнітаючого пристрою створюється зона підвищеного тиску, з якої повітря надходить нижче по ходу трубопроводу. Заслінка отвору 4 відкрита і з нього у трубопровід надходить вода, яка змішується з повітрям, що нагнітається, і утворює дисперсну суміш. Дана суміш через отвір 5 у днищі модуля викидається з модуля. В результаті реактивної дії на нагнітаючий пристрій 3 виникає сила із відповідним стабілізуючим моментом, яка протидіє хитавиці судна. За сигналом для даного модуля від управляючої програми, нагнітаючий пристрій 3

вимикається і заслінки отворів 4 та 5 зачиняються. Стабілізуючий момент, який створюється даним модулем, змінюється відповідно до сигналів від управляючої програми, чим досягається максимальна ефективність заспокоєння усіх видів хитавиці. Найбільш ефективною для даних умов експлуатації робочою речовиною є дисперсна суміш повітря із водою, причому конкретне співвідношення води і повітря в робочій речовині визначається управляючою ЕОМ на основі аналізу даних датчиків. У варіанті із додатковим пристроєм-перемішувачем 6 він є включеним під час усього часу роботи даного модуля, а під час закривання усіх заслінок він вимикається. ЕОМ, яка управляє роботою пристрою, безперервно отримує інформацію від датчиків тиску робочої речовини 7, датчиків механічних навантажень у корпусі судна 8, датчиків параметрів нагнітаючого пристрою 3 та датчиків параметрів хитавиці. Інформація датчиків обробляється в ЕОМ за відповідною програмою, і виробляються управляючі сигнали для регульованих заслінок 2, 4, 5 нагнітаючого пристрою 3 та пристрою-змішувача 6. Робота запропонованого заспокоювача хитавиці при використанні як робочої речовини суміші води з повітрям густиною близько  $200 \text{ кг/м}^3$  дозволяє збільшити максимальне значення стабілізуючого кильову хитавицю моменту до величини  $\approx 2 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , а також забезпечити стабілізуючий бортову хитавицю момент порядку  $\approx 10^5 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , що є достатнім для ефективного заспокоєння кильової хитавиці. У порівнянні із прототипом значення кильового стабілізуючого моменту є у кілька разів більшим, а також можливо заспокоювати бортову хитавицю судна.

Таким чином, застосування даного заспокоювача хитавиці дозволяє збільшити максимальне значення стабілізуючого моменту, зменшуючи кильову та бортову хитавицю судна, тобто випрямити його положення на хвилях, а також, за рахунок використання інтелектуального управління, дозволяє використовувати оптимальні режими його роботи, оптимізувати енерговитрати на роботу пристрою.



Фіг. 1

