

Заспокоювач хитавиці відноситься до галузі активних гідродинамічних реактивних заспокоювачів кільової та вертикальної хитавиці суден і може бути застосований для зменшення амплітуди хитавиці, покращення пропульсивних якостей та збільшення швидкості судна при русі переднім ходом до фронту хвилі.

Відомо про 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, С1, 2184047, кл. В63В 039/06, 2000). Вказаний засіб має порівняно низьку ефективність роботи, оскільки значна частина енергії потоку води, що набігає, втрачається у поворотних колінах.

Найбільш близьким за технічною сутністю до пропонованого є 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, який 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. Нижня стабілізуюча пластина першого верхнього гідравлічного вузла і верхня стабілізуюча пластина другого нижнього гідравлічного вузла прикріплені одне до одного зовнішніми поверхнями в області їх максимального вигину. Крім того, технічний результат даного винаходу досягається тим, що модулі розташовані в районі носової і кормової кінцевостей судна нижче ватерлінії (Патент RU 2301172 С1, 02.02.2006). Ефективність роботи описаного пристрою є невисокою, оскільки використовується в основному енергія потоків води (пасивний ефект демпфірування). Ефективність заспокоєння хитавиці може бути збільшена за рахунок впровадження активних насосів, що нагнітатимуть протидіючі хитавиці потоки. Зважаючи на ідентичність основної функції пристрою, місця його розташування на корпусі судна, використання потоків (рідини) для створення стабілізуючого моменту, даний пристрій обирається за прототип.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення заспокоювача хитавиці, в якому застосовані активні нагнітаючі пристрої, чим забезпечується збільшення максимального значення стабілізуючого моменту, а за рахунок цього - зменшення негативних параметрів хитавиці (амплітуда кута диференту і частота хитавиці).

Використання нагнітаючих пристроїв, встановлених всередині трубопроводів, дозволяє за рахунок збільшення швидкості струменя робочої речовини, що витікає із трубопроводу, збільшити його реактивну дію, тобто збільшити стабілізуючий момент. Так, у прототипі швидкість води у трубопроводі має максимальне значення, рівне швидкості хвиль, тобто порядку десятків метрів за секунду, а у пропонованому рішенні використання нагнітаючих пристроїв дозволяє збільшити швидкість потоку до величин порядку сотень метрів за секунду. Відповідне значення стабілізуючого моменту для судна середньої довжини - приблизно 10а І-І-м. Використання суміші води з повітрям замість води дозволяє зменшити динамічне навантаження на днище при слемінгу, створюючи повітряний прошарок.

На рисунках показана схема розташування основних елементів пристрою у передній частині судна: фіг. 1 - загальна схема розташування елементів заспокоювача, фіг. 2 - схема варіанту нагнітаючого пристрою у вигляді камери під керованим поршнем.

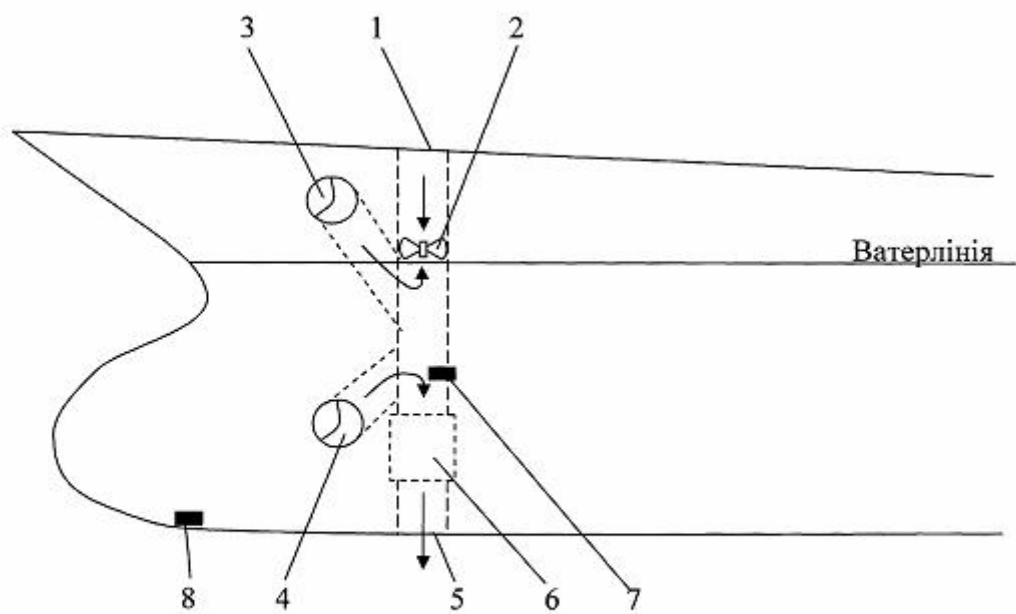
Трубопроводи розташовані симетрично до діаметральної площини і мають однакову конструкцію. Вхід трубопроводу 1 розташований у верхній частині борта судна або безпосередньо на верхній палубі і обладнаний регульованою заслінкою. Після заслінки трубопровід містить нагнітаючий пристрій 2. Після нагнітаючого пристрою трубопровід має перше відгалуження, яке закінчується отвором 3 у борту судна вище ватерлінії, обладнаним регульованою заслінкою. Після першого відгалуження трубопровід має друге відгалуження, яке закінчується отвором 4 у борту судна нижче ватерлінії, обладнаним регульованою заслінкою. Після другого відгалуження трубопровід закінчується вихідним отвором 5 у днищі судна із регульованою заслінкою. Як варіант, можливе встановлення між другим відгалуженням та вихідним отвором 5 додаткового пристрою-змішувача 6. Роботою усіх регульованих заслінок 1, 3, 4, 5, нагнітаючого пристрою 2 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 2 та датчик параметрів хитавиці. Як один з варіантів, нагнітаючий пристрій 2 може являти собою керований гвинт-вентильатор, співвісний із трубопроводом, і оснащений датчиками крутного моменту на валу і частоти обертання валу. Як інший варіант, нагнітаючий пристрій 2 може являти собою камеру великої місткості, значно більшої, ніж місткість трубопроводу, причому вхідним отвором камери є вхідний отвір трубопроводу 1, а вихідний отвір 9 обладнаний керованою заслінкою, причому камера оснащена датчиком тиску повітря і поршнем 10, сполученим зі штовхаючим механізмом 11.

У якості датчика параметрів хитавиці можна застосувати комбінований датчик «S-108» (фірма SMC, Швеція). Датчик механічних навантажень у корпусі судна - наприклад, судновий 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. - 274 с.» на стор. 122. Датчик параметрів нагнітаючого пристрою - наприклад, датчик, описаний у «Л.Л. Вагущенко, А.Л. Вагущенко, С.И. Заичко. Бортовые автоматизированные системы контроля мореходности. - Одесса: Фенікс, 2005. - 274 с.» на стр. 118. У якості нагнітаючого пристрою можна використати гребний гвинт з параметрами, описаними у «Липис В.Б.

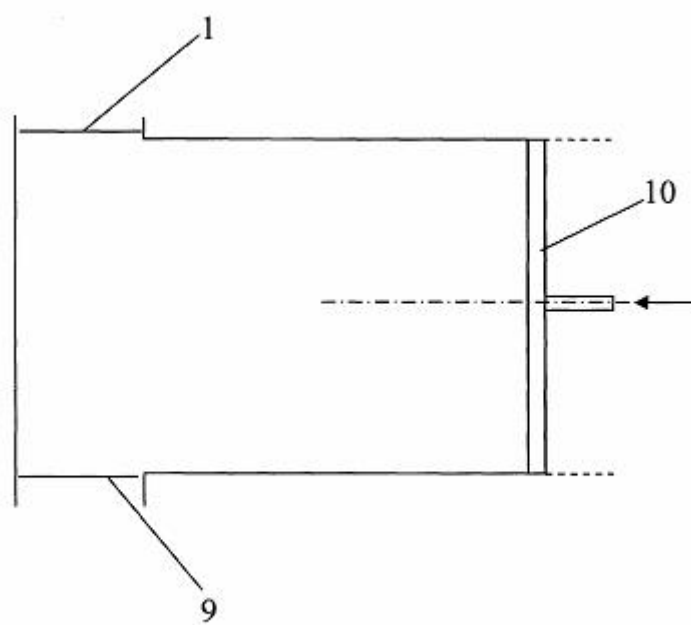
Гидродинамика гребного винта при качке судна. - Л.: Судостроение, 1975. - 263 с.» на стор.76. У якості змішувача можна використати звичайний подрібнювач крапель у вигляді решітки з коміркою невеликого розміру.

Робота запропонованого пристрою розпочинається з відкриття верхніх заслінок, що надають доступ повітря до трубопроводу через вхідний отвір 1. В подальшому циклічно виконуються наступні операції. Коли у процесі свого коливального руху ніс судна переміщується донизу (позитивна половина періоду) нагнітаючий пристрій 2 знаходиться у включеному в прямому режимі стані (у варіанті, коли нагнітаючий пристрій являє собою гвинт-вентилятор, він обертається у фіксованому позитивному напрямі). В результаті цього біля входу 1 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 поступає нижче по ходу трубопроводу. Заслінка другого відгалуження відкрита і з отвору 4 у трубопроводі поступає вода, яка змішується з повітрям, що нагнітається, і утворює дисперсну суміш. Дана суміш через отвір 5 у днищі викидається з корпусу судна. В результаті реактивної дії на нагнітаючий пристрій 2 виникає сила із відповідним стабілізуючим моментом, яка протидіє хитавиці судна. Коли позитивна половина періоду закінчується і ніс судна починає рухатися вгору (негативна половина періоду), нагнітаючий пристрій 2 вимикається і заслінка другого відгалуження 4 є зачиненою. Стабілізуючий момент, який створюється при русі судна носом донизу спочатку зростає (при зменшенні кута диференту від амплітудного значення диференту на корму до положення рівноваги), досягає максимального значення біля нульового кута диференту, а потім зменшується до нуля (при максимальному куті диференту на ніс). 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. При значних параметрах хитавиці можна використовувати і негативну половину періоду. Для цього при русі носа судна вгору заслінка отвору першого відгалуження 3 відкрита, заслінка 4 зачинена, а нагнітаючий пристрій 2 працює у реверсному режимі (у варіанті, коли нагнітаючий пристрій являє собою гвинт-вентилятор, він обертається в оберненому до позитивного - негативному напрямі), і створює повітряний потік, направлений вгору. У варіанті, коли нагнітаючий пристрій виконаний у вигляді камери, оснащеної поршнем, заслінка 9 є зачиненою, а заслінка 1 є відкритою упродовж невеликого порівняно із періодом кільової хитавиці проміжку часу на початку позитивної половини періоду. Потім заслінка 1 зачиняється і поршень 10 за невеликий порівняно із періодом кільової хитавиці проміжок часу стискає повітря у камері до необхідного тиску, після чого відкривається заслінка 9 і всередині трубопроводу нижче нагнітаючого пристрою 2 створюється зона підвищеного тиску, з якої повітря поступає нижче по ходу трубопроводу. Подальша робота заспокоювача хитавиці під час позитивної половини періоду аналогічна розглянутій вище. Якщо заспокоювач хитавиці використовує реверсний режим роботи, то на початку негативної половини періоду заслінка 1 і заслінка 4 зачиняються, а заслінка 3 є відкритою упродовж невеликого порівняно із періодом кільової хитавиці проміжку часу. Потім заслінка 3 зачиняється, і поршень 10 за невеликий порівняно із періодом кільової хитавиці проміжок часу стискає повітря у камері до необхідного тиску, після чого відкривається заслінка 1 і до закінчення негативної половини періоду стиснене повітря випускається із камери вгору через отвір 1. У варіанті із додатковим пристроєм-перемішувачем 6 він є включеним під час усієї позитивної половини періоду хитавиці, а під час негативної половини він не функціонує. 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 2 та датчиків параметрів хитавиці. Інформація датчиків обробляється в ЕОМ за відповідною програмою і виробляються управляючі сигнали для регульованих заслінок 1, 3, 4, 5, нагнітаючого пристрою 2 та пристрою-змішувача 6.

Робота запропонованого заспокоювача хитавиці при використанні у якості робочої речовини суміші води з повітрям густиною близько 200 кг/м^3 дозволяє збільшити максимальне значення стабілізуючого моменту до величини $\approx 10^6 \text{ Н}\cdot\text{м}$, що є достатнім для ефективного заспокоєння кільової хитавиці. У порівнянні із прототипом значення стабілізуючого моменту є на порядок більшим. Таким чином, застосування даного заспокоювача хитавиці дозволяє збільшити максимальне значення стабілізуючого моменту, зменшуючи кільову хитавицю судна, а також, за рахунок використання інтелектуального управління, дозволяє використовувати оптимальні режими його роботи, оптимізувати енерговитрати на роботу пристрою.



Фиг. 1



Фиг. 2