



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85456 (13) C2
(51) МПК (2009)
B63B 1/08 (2006.01)
B63B 35/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ТРАНСПОРТНЕ СУДНО

1

2

(21) а200706109

(22) 01.06.2007

(24) 26.01.2009

(46) 26.01.2009, Бюл.№ 2, 2009 р.

(72) ПЕЧЕНЮК АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДА-
ЛЬНІСТЮ "ДИДЖИТАЛ МАРИН ТЕКНОЛОДЖИ",
UA

(56) RU 2217348 C1 27.11.2003

GB 1445604 11.08.1976

GB 357149 16.09.1931

US 2784691 12.03.1957

SU 632608 20.11.1978

US 3983829 05.10.1976

US 4550673 05.11.1985

EP 1203715 A2 08.05.2002

SU 1229120 A1 07.05.1986

(57) 1. Транспортне судно, яке містить корпус з носовою частиною і кормовою частиною з бортами, скегом, нижня поверхня якого лежить у основній площині, і кормовим звисом, в якому розміщений головний двигун, з'єднаний з першим рушійним вузлом, який має обтічний тримач і прикріплену до нього під прямим кутом обтічну гондолу з гребним гвинтом, причому рушійний вузол виконаний поворотним навколо осі тримача, на якому він закріплений на першій площадці, утвореній на кормовому звисі, яке відрізняється тим, що містить другий рушійний вузол, з'єднаний з головним двигуном і закріплений на другій утворе-

ній на кормовому звисі площадці, рушійні вузли розміщені біля бортів симетрично відносно діаметральної площини судна на відстані від бортів, яка не перевищує півтора діаметра гребного гвинта, біля бортів кормової частини виконані два відкриті півтунелі, розташовані під гострим кутом до діаметральної площини судна і симетрично відносно неї, при цьому між відкритими півтунелями розміщений скег, а кожен відкритий півтунель утворений з'єднаннями між собою верхньою ділянкою, яка приєднана до відповідної площадки і борту та продовжує нижню поверхню кормової частини, і бічною ділянкою, яка продовжує бічну поверхню скега та з'єднана з днищем, борти кормового звису виконані з симетричними виступами для захисту рушійних вузлів, при цьому бортова поверхня кожного виступу з'єднана з відповідною площадкою, між ахтерштевнем і площадками виконані дві симетричні відносно діаметральної площини судна переважно увігнуті ділянки, які звужуються до площадок, з якими вони з'єднані, згадані ділянки між собою з'єднані на ахтерштевні загострено опуклою ділянкою, а з бортовою поверхнею утворюють аркоподібний злам, кінці якого з'єднані з відповідними виступами для захисту рушійних вузлів.

2. Судно за п. 1, яке відрізняється тим, що головний двигун виконаний з двома валами відбору потужності, осі яких перпендикулярні діаметральній площині судна, і встановлений між рушійними вузлами.

Винахід відноситься до суднобудування і стосується конструкцій транспортних суден з кормовим розташуванням машинного відділення та житлової рубки з ходовим містком, призначених для внутрішнього та змішаного ріка-море плавання, з можливістю розміщення частини вантажу в якості палубного.

Для конструкцій суден внутрішнього та змішаного ріка-море плавання характерні компроміси, що забезпечують рішення експлуатаційних завдань. Проектуються ці судна в умовах обмежень по головним розмірностям: габаритній довжині, ширині, осадці та висоті від ватерлінії до верхньої

точки незнімних конструкцій, при цьому головні розмірності обмежені розмірами шлюзів рік (шляхові обмеження).

Забезпечення огляду вперед у напрямку руху судна являється серйозною проблемою. Відносно суден, що здійснюють міжнародні рейси, діє Міжнародна Морська Конвенція СОЛАС-74/78 [Правила по оборудованию морских судов. // Российский морской регистр судоходства. - 2005. - с. 161]. Згідно Конвенції, огляд поверхні моря з місця керування судном не повинен бути затінений на відстані більшій ніж дві довжини судна або 500 м (з огляду на те, що менше) попереду носового час-

(13) C2

(11) 85456

(19) UA

тині до 10° на кожний борт, незалежно від осадки судна, диферента і палубного вантажу.

Із-за обмежень розмірів судна по висоті, ходовий місток не може бути розміщений на довільній висоті, необхідній для розташування значного об'єму палубного вантажу на люкових закриттях. Тому транспортні судна перевозять обмежений по висоті палубний вантаж, котрий повинен забезпечити достатній огляд з ходового містка у напрямку руху судна. При цьому сучасні вантажоперевезення характеризуються цінними та високооплачуваними вантажами з високим питомо-вантажним об'ємом. При використанні повної вантажопідйомності судна цінний вантаж, як правило, потребує значного об'єму приміщень для розміщення, і частину вантажу доводиться розміщувати в якості палубного, однак це значно підвищує економічну ефективність перевезень. Найчастіше вантажами з високим питомо-вантажним об'ємом являються контейнери міжнародного стандарту, проектні негабаритні та лісні вантажі. Якщо прийняти вантаж контейнерів як типовий, то очевидно, що обмеження палубного вантажу по висоті призводить до різкого скорочення його кількості, оскільки доводиться відмовлятися від цілого числа контейнерів. На практиці на внутрішніх водних шляхах РФ і України транспортні судна перевозять на палубі контейнерний вантаж висотою лише в один ярус.

Основним режимом руху відомих транспортних суден являється рух носом вперед. Рух кормою вперед використовується короткочасно або в особливих випадках, наприклад, транспортне криголамне судно при цьому русі ламає кригу.

Відомі транспортні судна, які короткочасно використовують режим руху кормою вперед. Ці судна обладнані гвинто-рульовими колонками або іншими рушіями, що використовуються в якості єдиного засобу руху та керування судном. Таки рушії містять гребні гвинти і допускають їх розворот у горизонтальній площині в будь-який бік відносно напрямку руху судна.

Відомо транспортне судно, призначене для внутрішнього та змішаного ріка-море плавання. На його кормовій частині встановлені два рушійно-рульові комплекси і два поворотно-висувні пропульсивні блоки. Під рушійно-рульовим комплексом розуміється пристрій, що забезпечує силу опору і рульову силу, яка створюється шляхом зміни положення працюючого рушія відносно корпусу судна, наприклад, при повороті гвинта навколо вертикальної вісі - вісі пропульсивного блоку [патент на винахід "Кормовая оконечность судна с двигателем-рулевым комплексом", RU 2196698 C2, 01.09.2001].

Пропульсивний блок рушійно-рульового комплексу включає рушія та гідродинамічну конструкцію, котра формує потік, який проходить через рушія, наприклад, направляючу насадку гвинта.

Рушійно-рульовий комплекс містить трубу, жорстко закріплену відносно корпусу судна, і частково розміщений в ній поворотно-висувний пропульсивний блок. При цьому днище кормової частини, переважно похиле, в місці розміщення нижнього вихідного отвору труби виконано у вигляді площадки, зовнішня поверхня якої паралельна основній

площині судна і розміщена вище рівня його вантажної (конструктивної) ватерлінії.

Відоме транспортне судно забезпечує покращення умов експлуатації та обслуговування рушійно-рульового комплексу з поворотно-висувним пропульсивним блоком.

З заявленим винаходом у відомого транспортного судна співпадають ознаки: два рушійно-рульові комплекси з пропульсивними блоками в кормовій частині; виконання пропульсивних блоків поворотними відносно вертикальної осі; площадки для рушійно-рульових комплексів на кормовій частині.

Відоме транспортне судно має низьку ефективність руху кормою вперед, оскільки струмені працюючого рушія взаємодіють з корпусом судна по всій довжині, викликаючи засмоктування. Рух кормою вперед відомого транспортного судна значно менш ефективний, ніж рух носом вперед, що показують залежності між параметрами ходкості судна. Ефективність руху судна в найбільш загальному вигляді характеризує співвідношення:

$$N_E = \frac{R \cdot v}{\eta_p}, \quad (1)$$

де N_E - потужність, яка витрачається силовою установкою на рух судна, кВт;

R - сила буксировочного опору корпусу судна (далі опір корпусу), кН;

v - швидкість ходу судна, м/с;

η_p - пропульсивний коефіцієнт [Справочник по теории корабля. В трех томах. Том I. Гидромеканика. Сопротивление движению судов. Судовые движители. /Под ред. Я.И. Войткунского. - Л.: Судостроение, 1985. - с. 431].

Опір корпусу R залежить від форми його поверхні (при однакових розмірах корпусу і швидкості буксирования).

Оскільки відоме транспортне судно рухається за допомогою судових рушіїв, окрім опору корпусу на ефективність руху впливає взаємодія рушіїв та корпусу, яка залежить від їх взаємного розміщення. Вона характеризується величиною пропульсивного коефіцієнта η_p :

$$\eta_p = \eta_k \eta_o, \quad (2)$$

де η_k - коефіцієнт впливу корпусу;

η_o - коефіцієнт корисної дії рушія.

Коефіцієнт впливу корпусу η_k в свою чергу визначається як:

$$\eta_k = \frac{1-t}{1-w}, \quad (3)$$

де t - коефіцієнт засмоктування;

w - коефіцієнт попутного потоку.

К.к.д. рушія η_o залежить від його конструкції та режиму роботи за корпусом, який визначається величиною коефіцієнта попутного потоку w . Для транспортного судна характерне таке співвідношення коефіцієнтів η_o і w , при якому збільшення коефіцієнта попутного потоку w призводить до зниження к.к.д. Величина пропульсивного коефіцієнту η_p змінюється не дуже інтенсивно із-за комплексного впливу коефіцієнта попутного потоку w (формула 3). Тому збільшення коефіцієнта попут-

ного потоку w частково компенсує зменшення к.к.д. η_0 , що відбувається при цьому, і навпаки.

Однак працюючі рушії збільшують силу опору корпусу, яка викликає явище засмоктування і зменшує ефективність руху судна (формула 3). Для транспортного судна взагалі характерно, що при русі носом вперед коефіцієнт засмоктування t пов'язаний з величиною коефіцієнта попутного потоку w і навантаженням рушіїв. Під час руху судна носом вперед зменшення коефіцієнтів попутного потоку w та засмоктування t дозволяє, як правило, підвищити ефективність руху в цілому.

Викладені вище критерії дозволяють оцінити ефективність руху транспортного судна кормою вперед.

Якщо прийняти значення опору корпусу під час руху носом вперед і кормою вперед однаковими (справедливо для корпусу, симетричного відносно середини його довжини), то виявляються відмінності у величинах коефіцієнта впливу корпусу i , відповідно, пропульсивного коефіцієнта при цих рухах.

Для режиму руху носом вперед відома велика кількість статистичних даних, які дозволяють оцінити ці коефіцієнти. Оцінити величини коефіцієнтів попутного потоку w та засмоктування t при русі носом вперед дозволяють формули Тейлора, які отриманні усереднюванням статистичних даних [Басин А.М., Анфимов В.Н. Гідродинаміка судна. - Л.: Речной транспорт, 1961. - с. 267].

Формули Тейлора пов'язують коефіцієнти w і t із коефіцієнтом загальної повноти судна δ наступним чином:

$$w = 0.55\delta - 0.20; \quad (4)$$

$$t = 0.70w + 0.06. \quad (5)$$

Транспортним суднам внутрішнього і змішаного ріка-море плавання властиві значення коефіцієнта загальної повноти δ від 0,7 до 0,9. Вводячи значення коефіцієнта δ у формулу (4), отримаємо значення коефіцієнтів w та t : w - від 0,19 до 0,30; t - від 0,19 до 0,27. Таким чином, під час руху носом вперед величина коефіцієнта впливу корпусу η_k складає від 1,00 до 1,04 (формула 3).

Під час руху відомого судна кормою вперед його рушії розміщені по потоку вище корпусу. Тому через його гідравлічний перетин протікає потік, швидкість якого приблизно рівна швидкості руху судна, тобто попутний потік практично відсутній.

Однак рушії відкидають струмені безпосередньо на корпус, і коефіцієнт засмоктування t досягає дуже великих значень, у середньому на 25% більше, ніж під час руху носом вперед [Басин А.М., Анфимов В.Н. Гідродинаміка судна. - Л.: Речной транспорт, 1961. - с. 385].

Таким чином, коефіцієнт впливу корпусу під час руху кормою вперед відомого судна досягає вельми низьких величин 0,66-0,76, головним чином за рахунок збільшення коефіцієнта засмоктування. Саме цим обумовлена низька ефективність руху відомих суден кормою вперед у порівнянні з рухом носом вперед.

Причину низької ефективності руху кормою вперед можна уточнити, розділивши силу засмоктування на її складові тиску та тертя. Із-за відхи-

лення струменя поверхнею корпусу від первинного напрямку формується складова тиску. В результаті тертя прискореного рушієм потоку об поверхню корпусу виникає складова тертя.

Можна припустити, що величини складової тиску під час руху кормою вперед і носом вперед приблизно однакові (одного порядку). Під час руху носом вперед складова тертя відсутня або настільки мала, що нею можна знехтувати. Але під час руху кормою вперед складова тертя переважає, оскільки струмені від працюючих рушіїв взаємодіють з корпусом по всій його довжині.

Таким чином, основною причиною низької ефективності руху кормою вперед відомого транспортного судна є збільшення сили засмоктування, яка зумовлена тертям прискореного рушієм потоку об поверхню корпусу, тобто низьке значення пропульсивного коефіцієнта.

Відоме транспортне судно з більш ефективним рухом кормою вперед [патент на винахід "Транспортное ледокольное судно", RU 2217348 С1, 12.09.2002]. Відоме судно як судно кригового класу має додаткове призначення по відношенню до заявленого винаходу, але його прийнято за прототип по сукупності найбільш близьких ознак.

У відомому транспортному судні досягнутий результат: зниження опору руху судна носом вперед на чистій воді та підвищення пропульсивного коефіцієнта судна під час руху носом вперед на чистій воді і кормою вперед у крижаних умовах.

Відоме транспортне судно містить корпус із носовою та кормовою частинами. У кормовій частині встановлений рушійний вузол, що має обтічний тримач та прикріплену до нього під прямим кутом обтічну гондолу з гребним гвинтом, при цьому рушійний вузол виконаний поворотним навколо осі тримача, а вісь гребного гвинта співпадає з віссю гондоли. Рушійний вузол прикріплений до площадці, створеній в кормовій частині, а саме до площадці на загостреному доточуванні, призначеному для підрізання криги під час руху судна кормою вперед. Для цього площа площадки нахилена у вертикальній площині, яка проходить через осі повороту тримача і гребного гвинта у напрямку вниз з боку носової частини, і створює з горизонтальною площиною кут, рівний куту відхилення у той же бік осі тримача рушійного вузла. Перед рушійним вузлом у напрямку носової частини на корпусі судна розміщений скег, нижня поверхня якого не виступає за основну площину судна. Рушійний вузол встановлено з нахилом у бік носової частини, при цьому кут відхилення осі тримача складає щонайменше три градуси.

Із заявленим винаходом співпадають наступні ознаки відомого транспортного судна: корпус з носовою і кормовою частинами; скег, нижня поверхня якого лежить у основній площині судна; рушійний вузол, що має обтічний тримач, з прикріпленою до нього під прямим кутом обтічною гондолою з гребним гвинтом, при цьому рушійний вузол виконано поворотним навколо вісі тримача. Також співпадають ознаки: борти і кормовий зв'яз, на якому утворена перша площадка [патент на винахід RU 2217348, фіг. 1, шпангоути Шп. 19,5 -

21,5]; головний двигун, розміщений у кормовому зв'язі та з'єднаний з першим рушійним вузлом.

Під час руху відомого транспортного судна кормою вперед рушійний вузол розгортають навколо осі обтічного тримача на 180 градусів. При цьому гребний гвинт працює в тягнучому режимі. Ахтерштевень і загострена частина доточування ламають кригу. Струмінь від тягнучого гребного гвинта направляється по дотичній до днища судна і відкидає частину криги від поверхні корпусу, що знижує опір судна у крижаних умовах.

Пропульсивний коефіцієнт збільшується під час руху відомого транспортного судна кормою вперед переважно за рахунок зниження сили засмоктування, точніше, її складової тиску, оскільки струмінь гребного гвинта направляється по дотичній до днища. Однак при цьому потік, направлений по дотичній до днища, стикається з днищем по всій довжині. Це збільшує складову тертя. Оскільки потік прискорений струменем гребного гвинта, складові тертя значно збільшують силу засмоктування.

У результаті відоме транспортне судно забезпечує ходові якості, достатні для короткочасних режимів ходу кормою вперед при подоланні крижаних полів, але не має близьких значень ефективності руху носом вперед і кормою вперед, оскільки пропульсивний коефіцієнт під час руху кормою вперед значно менший, ніж під час руху носом вперед. Тому режим руху відомого транспортного судна кормою вперед не ефективний для перевезень вантажу в умовах чистої води.

Заявлений винахід вирішує технічне завдання створення транспортного судна, у якого режими руху носом і кормою вперед близькі по ефективності. Це дає можливість заявленому транспортному судну здійснювати основний рух з палубним вантажем кормою вперед. При цьому зберігаються переваги кормового розміщення рубки і ходового містка: краща утилізація водотоннажності судна по дедвейту і розширення об'єму приміщень, призначених для вантажу. В той же час під час руху кормою вперед огляд з ходового містка у напрямку руху не обмежується палубним вантажем. Це дозволяє використовувати режим руху кормою вперед, як постійний режим руху річкових суден на внутрішніх водних шляхах, а для суден змішаного ріка-море плавання - при перевезенні палубного вантажу. Таким чином, при використанні винаходу задовольняється суспільна потреба: підвищення ефективності вантажоперевезень і зручності експлуатації, маневреності та ходкості транспортного судна, призначеного для внутрішнього і змішаного ріка-море плавання.

Заявлений винахід забезпечує отримання нового технічного результату - підвищення пропульсивного коефіцієнта і зниження опору корпусу під час руху судна кормою вперед до значень, близьких значенням під час руху носом вперед.

Цей технічний результат досягається тим, що у транспортне судно, яке містить корпус з носовою частиною і кормовою частиною з бортами, скегом, нижня поверхня якого лежить в основній площині, і кормовим зв'язом, в якому розміщений головний двигун, з'єднаний з першим рушійним вузлом, який

має обтічний тримач і прикріплену до нього під прямим кутом обтічну гондолу з гребним гвинтом, причому рушійний вузол виконаний поворотним навколо осі тримача, на якому він закріплений на першій площадці, утвореній на кормовому зв'язі, введений другий рушійний вузол, з'єднаний з головним двигуном і закріплений на другій, утвореній на кормовому зв'язі площадці, рушійні вузли розміщені біля бортів симетрично щодо діаметральної площини судна на відстані, яка не перевищує півтора діаметра гребного гвинта, біля бортів кормової частині виконані два відкритих півтунелі, розташовані під гострим кутом до діаметральної площини судна і симетрично відносно неї, при цьому між відкритими півтунелями розміщений скег, а кожний відкритий півтунель створений з'єднаннями між собою верхньою ділянкою, яка приєднана до площадки і до борту продовжує нижню поверхню кормової частини, і боковою ділянкою, яка продовжує бокову поверхню скега та з'єднана з днищем, борти кормового зв'язу виконані з симетричними виступами для захисту рушійних вузлів, при цьому бортова поверхня кожного виступу з'єднана з відповідною площадкою, між ахтерштевнем і площадками виконані дві симетричні відносно діаметральної площини судна переважно увігнуті ділянки, що звужуються до площадок, з якими вони з'єднані, при цьому між собою вони з'єднані на ахтерштовні загостренню опуклою ділянкою, а з бортовою поверхнею створюють аркоподібний злам, кінці якого з'єднані з відповідними виступами для захисту рушійних вузлів.

При цьому головний двигун виконаний з двома валами відбору потужності, вісі яких перпендикулярні до діаметральної площини судна, та встановлений між рушійними вузлами.

У заявленому винаході підвищення пропульсивного коефіцієнта і зниження опору під час руху судна кормою вперед до значень, близьких значенням під час руху носом вперед, забезпечується поліпшенням взаємодії рушіїв і корпусу судна.

Виконання рушійного вузла, що має обтічний тримач, до якого під прямим кутом прикріплена обтічна гондола з гребним гвинтом, і з можливістю повороту навколо осі тримача, на якій він закріплений, забезпечує високу ефективність роботи гребного гвинта при створенні сили тяги у будь-якому напрямку, тобто при будь-якому куті розвороту рушійного вузла навколо осі тримача і без зміни напрямку обертання гребного гвинта.

Введення другого рушійного вузла, з'єданого з головним двигуном, тим сприяє досягненню нового технічного результату, що два рушійних вузла розміщені поблизу бортів судна, яке при цій умові відповідає всім необхідним вимогам до ходкості і маневреності судна під час руху носом або кормою вперед.

Розміщення кожного з рушійних вузлів на площадці, утвореній на нижній поверхні кормового зв'язу, забезпечує зручність монтажу, експлуатації та ремонту рушійного вузла.

Розміщення рушійних вузлів біля бортів симетрично відносно діаметральної площини судна під час руху кормою вперед забезпечує відведення струменів, що відкидаються гребними гвинтами, за

борти, тобто за межі горизонтальної проекції корпусу, в якій можлива інтенсивна взаємодія струменів з поверхнею корпусу зі створенням сили засмоктування. Завдяки такому розміщенню струменів направляються вздовж бортів (при великому куті розвороту від 3 до 15 градусів до діаметральної площини рушійних вузлів навколо осей тримачів, при більш великому куті розвороту к.к.д. рушіїв знижується), що, в свою чергу, знижує силу засмоктування і призводить до збільшення коефіцієнта впливу корпусу (формула 3) і пропульсивного коефіцієнта (формула 2).

Відстань, що не перевищує півтора діаметра гребного гвинта, на якому рушійні вузли розміщені біля бортів, є умовою їх достатньої близькості до бортів для забезпечення відводу струменів від гребних гвинтів під час руху кормою вперед, тобто також забезпечує підвищення пропульсивного коефіцієнта.

Виконання біля бортів кормової частини двох відкритих півтунелів, розміщених під гострим кутом до діаметральної площини судна та симетрично відносно неї, забезпечує не тільки відвід струменів, що відкидаються гребними гвинтами за межі горизонтальної проекції корпусу, в яких можлива їх інтенсивна взаємодія з поверхнею корпусу, але і відсутність такої взаємодії у межах кормової частини корпусу під час руху кормою вперед, тобто забезпечує підвищення пропульсивного коефіцієнта.

Розміщення скега між відкритими півтунелями знижує опір корпусу під час руху кормою вперед, оскільки скег розтинає воду загостреною кормовою кромкою і забезпечує захист рушійних вузлів при посадці судна на мілину, а також поліпшує стійкість судна на курсі під час руху носом вперед.

Термін "півтунель" відомий [Вицинский В.В., Страхов А.П. Основы проектирования судов внутреннего плавания. - Л.: Судостроение, 1970. - с. 158], однак відкриті півтунелі за винаходом мають нове виконання і розміщення.

Виконання кожного з відкритих півтунелів у вигляді з'єднаних між собою ділянок: верхньої, яка з'єднана з площадкою і до борту продовжує нижню поверхню кормової частини, і бокової, яка продовжує бокову поверхню скега і з'єднана з днищем кормової частини, забезпечує зниження опору корпусу під час руху кормою вперед і відвід струменів, що відкидаються гребними гвинтами, тобто забезпечує підвищення пропульсивного коефіцієнта.

Виконання бортів кормового зв'язу з двома симетричними виступами, бортова поверхня кожного з яких з'єднана з відповідною площадкою, забезпечує захист рушійних вузлів від зіткнень з береговими і плаваючими спорудами, іншими суднами і плаваючими у воді предметами при швартуваннях і аварійних ситуаціях.

Виконання між ахтерштевнем і площадками двох симетричних відносно діаметральної площини переважно увігнутих ділянок, що звужуються до площадок, з якими вони з'єднані, при цьому між собою з'єднаних на ахтерштевні загострено опуклою ділянкою, а з бортовою поверхнею створюючих аркоподібний злам, забезпечує зниження опору

корпусу під час руху кормою вперед. По увігнутим ділянкам потоки води прямують найбільш коротким шляхом до площадок, звідки вони відкидаються гребними гвинтами у відкриті півтунелі.

Загострено випукла нижня поверхня кормового зв'язу біля ахтерштевня забезпечує розтин ним води під час руху судна кормою вперед.

Крім того, розміщення рушійних вузлів біля бортів транспортного судна звільняє значний простір всередині його корпусу. Це дозволяє розмістити один головний двигун поперечно у відношенні до діаметральної площини судна і використовувати його для приведення в рух двох рушійних вузлів (за традиційною схемою кожний рушійний вузол приводиться своїм головним двигуном). Зменшення числа головних двигунів дозволяє знизити вартість побудови судна та його експлуатації за рахунок зниження витрат на ремонт і запасні частини.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де зображені: на фіг. 1 - транспортне судно, загальний вид, при цьому умовною лінією "а" зображено з'єднання кормової частини та циліндричної вставки;

на фіг. 2 - кормова частина, вид ззаду;

на фіг. 3 - кормова частина, вид збоку і знизу на рушійний вузол;

на фіг. 4 - кормова частина, вид знизу, при цьому умовними лініями зображені:

"в" - з'єднання ділянок лівого відкритого півтунеля;

"с" - теж саме, правого відкритого півтунеля;

"d" - з'єднання з днищем лівого відкритого півтунеля;

"е" - теж саме, правого відкритого півтунеля;

на фіг. 5 - кормова частина, теоретичне креслення, проекція "напівширота", при цьому позначені: ватерлінії корпусу Вл. 1- Вл. 4;

шпангоути Шп. -1 - Шп. 5 (Шп. 0 - вісь тримача рушійного вузла);

батокси Бат. I - Бат. II;

на фіг. 6 - кормова частина, теоретичне креслення, проекція "корпус" (рушійний вузол не показаний);

на фіг. 7 - кормова частина, теоретичне креслення, проекція "бік" (рушійний вузол показаний пунктирною лінією);

на фіг. 8 - фрагмент плану машинного відділення транспортного судна, схема силової установки;

на фіг. 9 - візуалізація струменів від працюючих гребних гвинтів, за допомогою ізоляційного модуля V/V_s (де V - швидкість рідини, V_s - швидкість руху судна), збудованих у горизонтальній площині, що проходить через осі гребних гвинтів (рух кормою вперед), комп'ютерне моделювання, кормова частина;

на фіг. 10 - теж саме, носова частина (продовження фіг. 9);

на фіг. 11 - шкала значень модуля V/V_s у відповідності з кольором ізоляцій;

на фіг. 12 - транспортне судно з повним завантаженням палубним вантажем, рух кормою вперед.

Корпус 1 транспортного судна містить носову 2 і кормову 3 частини, з'єднані циліндричною вставкою 4. Кормова частина 3 має кормовий зв'яз 5, ахтерштевень 6 і скег 7, з'єднані зі створенням суцільної поверхні. Скег 7 з'єднаний з кормовим зв'язом 5 з лінією зламу 8, при цьому нижня поверхня скега лежить в основній площині судна ОП. Кормовий зв'яз 5 має бортову 9 і нижню поверхні, які між собою з'єднані аркоподібним зломом 10, симетричним відносно діаметральної площини судна ДП (фіг. 1).

В кормовій частині 3 розташоване машинне відділення транспортного судна. Воно містить щонайменш один головний двигун 11, з'єднаний кинематичними зв'язками з двома рушійними вузлами 12, 13, які встановлені на нижній поверхні кормового зв'язу 5 нижче вантажної ватерлінії ВВЛ та симетрично по відношенню до діаметральної площини ДП судна.

Бортова поверхня кормового зв'язу 5 над рушійними вузлами 12, 13 виконана з двома виступами 14, 15, симетричними відносно діаметральної площини судна ДП (фіг. 2). Виступи 14, 15 зі зламами 16, 17 з'єднані з площадками 18, 19 для розміщення рушійних вузлів 12, 13, відповідно. Переважно плоскі площадки 18, 19 створені на нижній поверхні кормового зв'язу 5 (на фіг. 2 площадки 18, 19 виглядають як нарисові лінії). Злами 16, 17 виступів 14, 15 з'єднані з протилежними кінцями аркоподібного зламу 10 зі створенням єдиної поверхні (фіг. 2).

Рушійний вузол 12 закріплений на площадці 18 за допомогою обтічного тримача 20 з можливістю повороту навколо його осі. На обтічному тримачеві 20 під прямим кутом встановлена обтічна гондола 21 з гребним гвинтом 22, вісь якого співпадає з віссю обтічної гондоли 21 (фіг. 3).

Рушійний вузол 13 розміщений на виконаній на нижній поверхні кормового зв'язу 5 площадці 19 (фіг. 4). Аналогічно рушійному вузлу 12, він має обтічний тримач, до якого під прямим кутом прикріплена обтічна гондола з гребним гвинтом (не позначено позиціями на фіг. 4).

Рушійні вузли 12, 13 розташовані біля бортів кормового зв'язу 5 симетрично по відношенню до діаметральної площини судна ДП, при цьому відстань до борту не перевищує півтора діаметра гребного гвинта.

Скег 7 з'єднаний з днищем 23 зі зломом 24, симетричним щодо діаметральної площини ДП (фіг. 4).

Площадки 18, 19 для розміщення рушійних вузлів 12, 13 можуть бути виконані на нижній поверхні кормового зв'язу 5 під кутом від нуля до 10 градусів з основною площиною судна ОП (на кресленнях, що додаються, зображено варіант реалізації винаходу без нахилу площадки).

Для спрямовування струменів від працюючих гребних гвинтів у кормовій частині виконані два відкриті півтунелі, розміщені під гострим кутом до діаметральної площини ДП і симетрично відносно неї (фіг. 4). Кожен із відкритих півтунелів має верхню і бокову ділянки, з'єднані між собою зі зломом чи увігнутою поверхнею (на фіг. 4 лініями "b" і "c" зображено з'єднання зі зломом).

Верхня ділянка кожного відкритого півтунелю являє собою увігнуту криволінійну поверхню, що з'єднана з площадкою і звужується до борту у напрямку носовій частині (фіг. 4-5, шпангоути Шп. 1, Шп. 2, Шп. 3). Верхня ділянка 25 лівого відкритого півтунелю обмежує його зверху, зі зломом прилягає до борту і зі зломом 26 - до площадки 18. Аналогічно, верхня ділянка 27 правого відкритого півтунелю обмежує його зверху, зі зломом прилягає до борту і зі зломом 28 - до площадки 19.

Бокова ділянка кожного відкритого півтунелю являє собою увігнуту криволінійну поверхню, яка розширюється від місця з'єднання зі скегом 7 у напрямку до циліндричної вставки 4. Бокова ділянка 29 лівого відкритого півтунелю з'єднана з днищем 23 та створює суцільну поверхню з боковою поверхнею скега 7 (фіг. 4). Аналогічно, бокова ділянка 30 правого відкритого півтунелю з'єднана з днищем 23 та створює єдину поверхню з боковою поверхнею скега 7 (фіг. 4).

Нижня поверхня кормового зв'язу 5 створена ділянками різної форми.

У ахтерштевня 6 нижня поверхня кормового зв'язу 5 має загострено-випуклу форму (фіг. 5, ватерлінії Вл. 3, Вл. 4, ГВЛ).

Між ахтерштевнем 6 і кожним з бортів судна створені дві переважно увігнуті ділянки, що мають звуження до площадок, з якими вони з'єднані (ватерлінії Вл. 4 і ГВЛ у батокса Бат. I на фіг. 5; шпангоути Шп. -1 і Шп. -1/2 у батокса Бат. I на фіг. 6).

Приклад реалізації винаходу зі з'єднанням криволінійної поверхні верхніх ділянок 25, 27 і бокових ділянок 29, 30 відкритих півтунелів зображено на фіг. 6 - 7, де верхні межі криволінійних поверхонь зображені умовними лініями "b" і "c", відповідно. Форму криволінійної поверхні зображують вигини шпангоутів Шп. 1 - Шп. 5 нижче лінії "с" (фіг. 6) і батоксів Бат. I - Бат. II нижче лінії "b" (фіг. 7).

Між відкритими півтунелями в діаметральній площині судна розміщений скег 7, при цьому нижня поверхня скега 7 і днище 23 лежать у основній площині судна ОП і створюють суцільну поверхню (фіг. 4-7).

Головний двигун 11 розміщений поперечно щодо діаметральної площини ДП і забезпечений двома валами відбору потужності 31, 32, з'єднаними кинематичними зв'язками з рушійними вузлами 12, 13 (фіг. 8).

Заявлене транспортне судно працює наступним чином.

Під час руху судна носом вперед рушійні вузли 12, 13 встановлюють так, щоб осі гребних гвинтів були паралельні до діаметральної площини ДП, а їх тяга спрямована від корми до носу. Обводи кормової частини повністю забезпечують необхідні ходові і маневрені якості судна.

Під час руху судна кормою вперед рушійні вузли 12, 13 розгортають так, щоб вісі гребних гвинтів створили кут від 3 до 15 градусів із діаметральною площиною судна (кут визначається умовами конкретного судна), а тяга спрямована від носа до корми.

В цьому випадку струмені від працюючих гребних гвинтів прямують у відкриті півтунелі, які за-

безпечують відвід струменів від поверхні корпусу вздовж бортів судна за межі горизонтальної проєкції корпусу (фіг. 9 - 10). Струмені від працюючих гребних гвинтів зображені на фіг. 9 - 10 за допомогою ізоліній модуля V/V_s , де V - швидкість рідини; V_s - швидкість руху судна. Оскільки всі ізолінії надані для значень модуля V/V_s більше одиниці (шкала на фіг. 11), то ізолінії відносяться тільки до потоку, прискореному працюючими гвинтами. Фіг. 9-10 показують, що струмені від працюючих гвинтів практично не дотикаються поверхні корпусу судна.

Завдяки розміщенню відкритих півтунелів під гострим кутом до діаметральної площини судна і виконанню їх такими, що шлях струменів, які відкидаються гребними гвинтами, не перетинається ніде, струмені без перешкод виходять за межі горизонтальної проєкції корпусу, і рухаються далі вздовж бортів у напрямку носової частини, захоплені зовнішнім потоком, який обтікає корпус (фіг. 9). Тому струмені від гребних гвинтів на шляху вздовж корпусу слабо взаємодіють з його поверхню, за виключенням невеликих ділянок відкритих півтунелів, які спрямовують струмені.

Працюючі гребні гвинти створюють перед собою розрідження, яке під час руху носом вперед є основною причиною появи сили засмоктування. Але під час руху заявленого судна кормою вперед розрідження, створюване гребними гвинтами, частково виявляється у зоні підвищеного тиску, що виникає перед кормовою частиною. Відбувається часткова компенсація підвищення тиску перед кормовою частиною під час руху судна кормою вперед, що проявляється у зниженні сили засмоктування та спричиняє поліпшення обтікання корпусу і підвищення ефективності руху.

Відомо, що сила засмоктування являє собою різницю між опором судна, що рухає за допомогою гребних гвинтів, і його буксировочним опором [Басин А.М., Анфимов В.Н. Гидродинамика судна. - Л.: Речной транспорт, 1961. - с. 195]. Використання сприятливої взаємодії гребних гвинтів і корпусу під час руху заявленого судна кормою вперед дозволяє досягти дуже низьких позитивних або навіть від'ємних значень сили засмоктування. Останнє явище виникає у випадку, коли зниження тиску, викликане працюючими гребними гвинтами перед судном під час руху, перевищує ефект від взаємодії з поверхнею корпусу струменів, які відкидаються гребними гвинтами.

Суда внутрішнього і змішаного ріка-море плавання характеризуються повними обводами корпусу, із-за чого значна частина опору корпусу обумовлена підвищенням тиску і створенням підпірної хвилі перед частиною, у бік якої здійснюється рух. Заявленому транспортному судну властиві сприятливі умови для отримання таких параметрів взаємодії, в тому числі від'ємних величин сили засмоктування.

Обводи кормої частини заявленого транспортного судна під час руху кормою вперед забезпечують зниження опору судна, зокрема, загострено-опукла форма нижньої поверхні кормового зв'язу у ахтерштевня і загострена кормова кромка скега сприяють розтині потоку.

Виступи 14, 15 бортової поверхні кормового зв'язу 5 забезпечують захист рушійних вузлів 12, 13 під час руху судна як носом, так і кормою вперед, від зіткнень з береговими та плаваючими спорудами, іншими судами і плаваючими у воді предметами при швартованнях і в аварійних ситуаціях.

Оцінити ефективність руху кормою вперед заявленого транспортного судна відповідно до формул (2, 3) можна наступним чином. Як сказано вище, під час руху кормою вперед коефіцієнт попутного потоку w приблизно рівний нулю, оскільки на гребні гвинти набігає слабкий потік, що гальмує. Коефіцієнт засмоктування t досягає невеликих позитивних або навіть від'ємних значень із-за слабкої взаємодії гребних гвинтів з корпусом. Діапазон змін коефіцієнта t для різних варіантів реалізації заявленого судна можна оцінити від 0,05 до -0,05. Таким чином, коефіцієнт впливу корпусу за формулою (3) складе від 0,95 до 1,05, що у теперішній час характерно для руху відомих суден носом вперед.

Заявлене транспортне судно може використовувати режим руху кормою вперед для економічно ефективних перевезень вантажу, при цьому високій штабель палубного вантажу не перешкоджає огляду з ходового містка у напрямку руху судна (фіг. 12). Як наслідок, ходовий місток може бути постійно розміщений у межах висоти, обмеженої шляховими умовами на внутрішніх водних шляхах, а саме в кормовій частині в верхньому ярусі житлової рубки, розташованої над машинним відділенням. Це дозволяє підвищити об'єм перевезень палубних вантажів на судах внутрішнього і змішаного ріка-море плавання при збереженні високого коефіцієнта утилізації водотонажності судна по дедвейту і раціонального розміщення приміщень, назначених для вантажу.

Другою перевагою заявленого транспортного судна є можливість виконання його з одним головним двигуном, що приводить в рух обидва рушійні вузли. Це дозволяє знизити вартість побудови і експлуатації судна завдяки зниженню витрат на ремонт і запасні частини.

Заявлене транспортне судно також має значні і очевидні переваги у керуванні під час руху як носом, так і кормою вперед. Розміщення рушійних вузлів біля бортів призводить до створення великого плеча сили, яка розвертає судно, коли судноводій змінює напрямок або величини тяги гребного гвинта одного з рушійних вузлів відносно другого. Взаємне розміщення рушійних вузлів і скега дозволяє направити сумарну тягу обох рушійних вузлів перпендикулярно до діаметральної площини, що приводить до поперечного руху судна (рух лагом).

Під час руху кормою вперед заявлене транспортне судно являється статично стійким на курсі, оскільки точка додання сил тяги гребних гвинтів знаходиться у напрямку руху судна від точки прикладення сили опору. Це дозволяє утримувати судно на прямому курсі без постійної роботи рульових пристроїв і полегшує керування судном під час експлуатації.

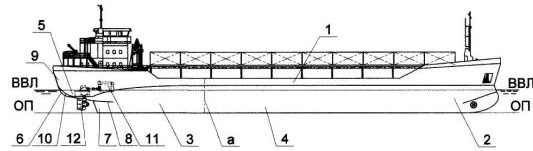


Fig. 1

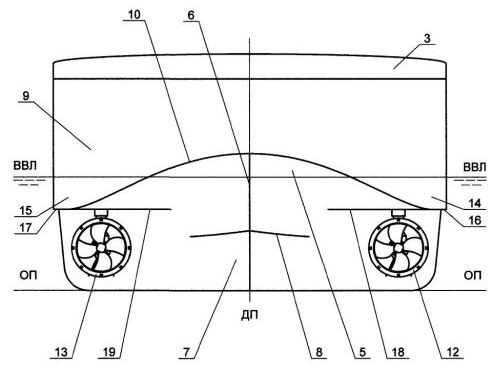


Fig. 2

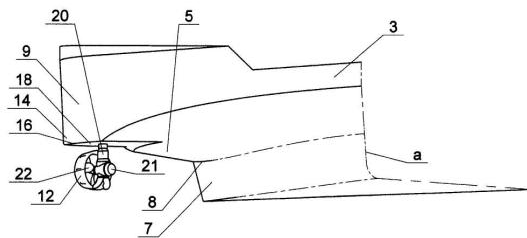


Fig. 3

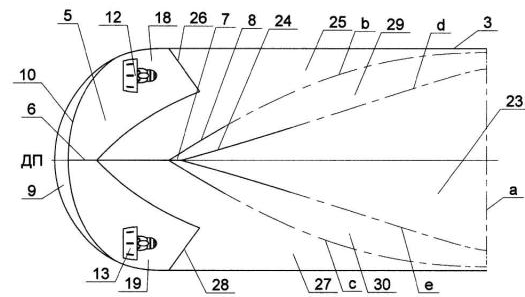


Fig. 4

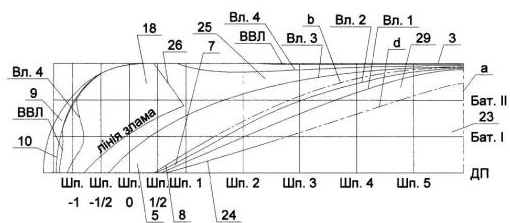


Fig. 5

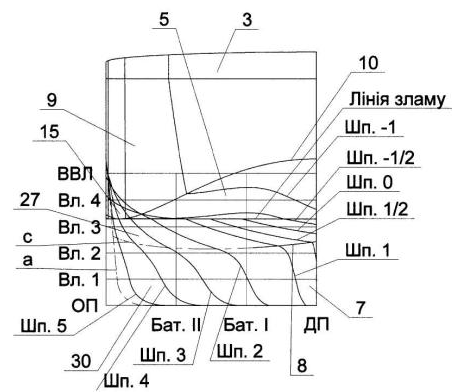


Fig. 6

