



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 205 774** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК⁷ **B 63 H 11/08, 11/10, 11/103, 11/11**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 2002112283/28, 06.05.2002

(24) Дата начала действия патента: 06.05.2002

(46) Дата публикации: 10.06.2003

(56) Ссылки: SU 157611 A, 14.09.1963. SU 69683 A, 30.11.1947. RU 2178368 C1, 20.01.2002. GB 1332787 A, 03.10.1973. US 5871381 A, 16.02.1999.

(98) Адрес для переписки:
196158, Санкт-Петербург, Московское ш., 44,
ФГУП "ЦНИИ им. А.Н. Крылова", Управление
маркетинга, патентная служба

(71) Заявитель:
Федеральное государственное унитарное
предприятие "Центральный
научно-исследовательский институт им. акад.
А.Н.Крылова",
Федеральное государственное унитарное
предприятие "Машиностроительное
предприятие "Звездочка"

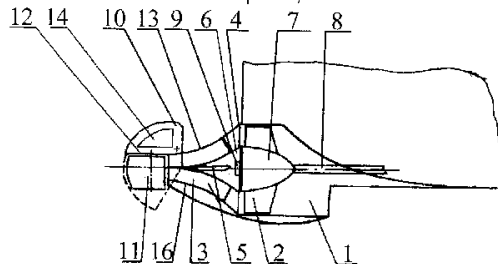
(72) Изобретатель: Мавлюдов М.А.,
Пашин В.М., Пустошный А.В., Яковлева
О.В., Данилов Е.В., Калистратов Н.Я., Штефан
В.В.

(73) Патентообладатель:
Федеральное государственное унитарное
предприятие "Центральный
научно-исследовательский институт им. акад.
А.Н.Крылова",
Федеральное государственное унитарное
предприятие "Машиностроительное
предприятие "Звездочка"

(54) **ВОДОМЕТНЫЙ ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВОЙ КОМПЛЕКС**

(57) Реферат:
Изобретение относится к судостроению и касается разработки водометных движителей с реверсивно-рулевым комплексом (ВДРК). ВДРК содержит водовод, рабочее колесо с обтекателем ступицы, установленное на валу с подшипниками, спрямляющий аппарат (СА) и реверсивно-рулевое устройство (РРУ) с поворотным дефлектором за соплом. За входным круговым сечением сопла его поперечные сечения имеют вытянутую в горизонтальном направлении форму. Отношение ширины к высоте равно $2 \div 10$. Профиль поперечных сечений обтекателя рабочего колеса повторяет профиль поперечных сечений внутреннего контура сопла. СА образован стенками сопла, обтекателем и профилированными стойками. РРУ имеет ограничительную плиту и два приводных руля. За входным круговым сечением боковые стенки поперечного сечения сопла имеют форму части круга, а верхняя и нижняя стенки ограничены хордами сегментов. Круговая форма сечения сопла на его входе переходит к вытянутому в горизонтальном направлении виду сечения на его выходе. Профиль обтекателя рабочего колеса на выходе из сопла трансформируется

в горизонтальную линию. Обтекатель ступицы рабочего колеса прикреплен к стенкам сопла с помощью четырех гидродинамически обтекаемых профилированных стоек. В боковых стенках дефлектора имеются сквозные отверстия. Профиль рулей - прямощечкий клин. Внутри обтекателя ступицы один из подшипников хвостовой части вала рабочего колеса выполнен в виде опорного, а другой - в виде упорного подшипника, причем подшипники хвостовой части используют водяную смазку. Изобретение позволяет создать малогабаритный движитель, повысить эффективность, минимизировать нагрузки, повысить технологичность и экологичность. 8 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1

RU 2 205 774 C1

RU 2 205 774 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 205 774** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁷ **B 63 H 11/08, 11/10, 11/103, 11/11**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2002112283/28, 06.05.2002

(24) Effective date for property rights: 06.05.2002

(46) Date of publication: 10.06.2003

(98) Mail address:
196158, Sankt-Peterburg, Moskovskoe sh., 44,
FGUP "TsNII im. A.N. Krylova", Upravlenie
marketinga, patentnaja sluzhba

(71) Applicant:
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje "Tsentral'nyj
nauchno-issledovatel'skij institut im. akad.
A.N.Krylova",
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje "Mashinostroitel'noe
predpriyatje "Zvezdochka"

(72) Inventor: Mavljudov M.A.,
Pashin V.M., Pustoshnyj A.V., Jakovleva
O.V., Danilov E.V., Kalistratov N.Ja., Shtefan V.V.

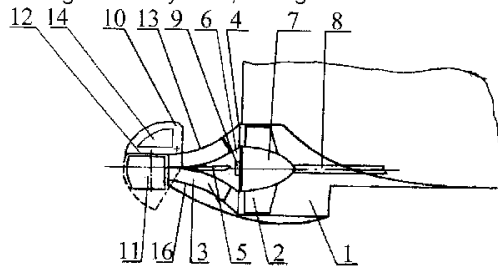
(73) Proprietor:
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje "Tsentral'nyj
nauchno-issledovatel'skij institut im. akad.
A.N.Krylova",
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje "Mashinostroitel'noe
predpriyatje "Zvezdochka"

(54) **WATER-JET PROPULSION AND STEERING COMPLEX**

(57) Abstract:

FIELD: shipbuilding; development of water-jet propulsors with reverse steering complex. SUBSTANCE: proposed complex includes water duct, impeller with hub fairing mounted on shaft with bearings, straightening set and reverse steering unit with swivel deflector mounted after nozzle. Cross sections of nozzle have shape elongated in horizontal direction after inlet circular section of nozzle. Ratio of width to height is equal to 2:10. Profile of cross sections of impeller hub copies profile of cross sections of inner loop of nozzle. Straightening set is formed by nozzle walls, fairing and profiled struts. Reversible steering unit is provided with limiting plate and two drive rudders. Side walls of cross section of nozzle have form of part of circle after inlet circular section and upper and lower walls are limited by chords of segments. Circular shape of nozzle section changes to outlet section elongated horizontally. Profile of impeller fairing is transformed into

horizontal line at nozzle outlet. Impeller hub fairing is secured to nozzle walls by means of four streamlined profiled struts. Side walls of deflector have through holes. Rudders have profile of straight-cheek wedges. One bearing of tail section of impeller shaft is made in form of supporting bearing and other bearing is made in form of thrust bearing; bearings are lubricated with water. EFFECT: reduced sizes of propulsor; enhanced efficiency; minimization of loads; facilitated procedure and enhanced ecological safety. 9 cl, 2 dwg



Фиг. 1

RU 2 205 774 C1

RU 2 205 774 C1

Изобретение относится к области судостроения и касается вопросов разработки водометных двигателей с реверсивно-рулевым комплексом (ВДРК).

Для обеспечения маневренности судов водометные двигатели снабжают реверсивно-рулевыми устройствами (РРУ), посредством которых изменяют направление действия тяги. Габариты устройств обычно определяются размерами выходного сечения сопла двигателя. Вместе с тем, при работе РРУ, особенно при реверсе судна, возникают значительные нагрузки на его приводах. Поэтому при проектировании РРУ серьезной проблемой оказывается обеспечение прочности его элементов, что сопровождается увеличением габаритов и массы конструкции, которая достигает 5-7% от водоизмещения судна. Для снижения весогабаритных параметров ВДРК иногда сокращают длину двигателя, совмещая сопло со спрямляющим аппаратом.

Известен ВДРК для двухвального судна (патент Великобритании 1332787. М. кл. В7У, В 63 h 11/46, В 60 3/00, 03.10.1973), содержащий водомет, в который входит сопло кругового сечения с установленным в него спрямляющим аппаратом и дефлекторное устройство, поворотом которого вокруг оси обеспечивается управление судна, а при крайнем положении - задний ход. При этом струя двигателя, выходя из дефлектора, попадает в канал заднего хода.

Указанный ВДРК наиболее близок к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому результату, поэтому принят за прототип. Вместе с тем, он имеет ряд недостатков, к которым следует отнести:

- большие вес и габариты конструкции РРУ, обусловленные круговой формой выбросного сопла двигателя;

- большие нагрузки на приводе поворотного дефлектора, возникающие при работе РРУ;

- РРУ малоэффективно на переднем ходу, поскольку при небольших углах поворота дефлектора не создается боковая сила; при дальнейшем повороте дефлектора отклонение струи оказывается достаточным для изменения направления движения судна; однако при большом отклонении струи тяга двигателя снижается, и его КПД может стать неприемлемым.

Задачей заявляемого изобретения является достижение технического результата, заключающегося в следующем:

- в уменьшении весогабаритных параметров ВДРК и снижении объема воды в двигателе, т.е. в создании малогабаритного водометного двигателя (МГВД);

- в повышении эффективности РРУ при поддержании прямого курса судна и соответственно в повышении реального КПД двигателя;

- в минимизации нагрузок на приводах подвижных элементов РРУ;

- в повышении технологичности и экологической чистоты МГВД.

Для решения этой задачи в ВДРК, содержащем водовод, рабочее колесо с обтекателем его ступицы, установленное на валу с подшипниками, сопло с круговым входным сечением, спрямляющий аппарат и РРУ, состоящее из расположенного за соплом поворотного дефлектора, за входным

круговым сечением сопла его поперечные сечения на каждом участке вдоль оси вниз по потоку имеют вытянутую в горизонтальном направлении форму, имеющую на выходном участке - выбросном сечении сопла соотношение ширины к высоте, равное 2÷10. РРУ оборудовано горизонтально расположенной за соплом ограничительной плитой, представляющей собой продолжение вниз по потоку верхней стенки сопла, причем свободные кромки упомянутой ограничительной плиты примыкают к внутренней поверхности поворотного дефлектора. ВДРК снабжен, по крайней мере, двумя вертикально расположенными побортно в пределах ширины выбросного сечения сопла рулями, размещенными под указанной ограничительной плитой и оборудованными рулевыми приводами. Причем баллеры рулей установлены на ограничительной плите. При этом спрямляющий аппарат образован стенками сопла и обтекателя ступицы рабочего колеса, а также размещенными между ними гидродинамически обтекаемыми профилированными стойками, установленными одновременно для крепления обтекателя ступицы рабочего колеса к стенкам сопла.

Кроме того, у сопла за входным круговым сечением на каждом участке поперечного сечения сопла его боковые вертикальные стенки выполнены в виде части кругового цилиндра диаметром, равным диаметру круга входного сечения, а верхняя и нижняя стенки ограничены хордами сегментов частей кругового цилиндра, отсеченных на каждом участке по длине сопла, причем постепенный переход от круговой формы сечения сопла на его входе к вытянутому в горизонтальном направлении виду сечения на его выходе осуществлен за счет увеличения стрелки прогиба отсекаемого в каждом сечении сегмента по мере продвижения по направлению к выбросному сечению сопла, при этом профиль поперечных сечений внешнего контура обтекателя рабочего колеса на каждом участке повторяет профиль поперечных сечений внутреннего контура сопла на тех же участках, а в районе выбросного сечения сопла профиль обтекателя рабочего колеса трансформируется в горизонтальную линию.

Кроме того, обтекатель ступицы рабочего колеса прикреплен к стенкам сопла с помощью четырех гидродинамически обтекаемых профилированных стоек.

Кроме того, в боковых стенках дефлектора образованы сквозные отверстия.

Кроме того, профиль рулей в сечении имеет форму прямоугольного клина.

Кроме того, подшипники хвостовой части вала рабочего колеса расположены внутри обтекателя ступицы рабочего колеса.

Кроме того, внутри обтекателя ступицы рабочего колеса расположены два подшипника хвостовой части вала рабочего колеса.

При этом один из подшипников хвостовой части вала рабочего колеса выполнен в виде опорного, а другой - в виде упорного подшипника.

При этом подшипники хвостовой части вала рабочего колеса выполнены с возможностью использования водяной

смазки.

Придание сечениям сопла вытянутой в горизонтальном направлении формы, имеющей на выбросном сечении соотношение ширины к высоте, равное 2÷10, позволяет значительно уменьшить потребный радиус кривизны реверсивного дефлектора и, следовательно, уменьшить габариты всего РРУ за счет формирования плоской струи, которая имеет толщину в направлении поворота при реверсировании, в 1,5÷3,5 раза меньшую, чем диаметр круглой струи. Придание одинаковой формы сечений сопла и обтекателя ступицы рабочего колеса на каждом участке сопла, а также наличие профилированных стоек, крепящих обтекатель ступицы рабочего колеса к стенкам сопла и выполняющих роль традиционно громоздкого спрямляющего аппарата, препятствует вращательному движению струи и способствует спрямлению потока за рабочим колесом; это уменьшает смоченную поверхность комплекса сопло-спрямляющий аппарат и соответственно гидравлические потери, снижающие КПД двигателя, а также упрощает конструкцию и снижает трудоемкость изготовления сопло-спрямляющего аппарата. Кроме того, обводы сопла двигателя со щелевой формой выбросного сечения выбраны, исходя из условия упрощения технологии его изготовления: все детали сопла имеют плоскую развертку, и при сборке сопла предусматривается их сварное соединение без последующей механической обработки (кроме зачистки сварных швов).

Наличие горизонтально расположенной за верхней стенкой сопла ограничительной плиты исключает потери давления в верхней части рулей, размещенных за соплом, и тем самым способствует повышению величины боковой силы, создаваемой при заданном угле перекладки рулей; в результате этого для получения требуемой величины боковой силы необходим меньший угол перекладки рулей и, следовательно, уменьшаются потери тяги и повышается эффективность двигателя при поддержании прямого курса судна.

Расположение ограничительной плиты с примыканием ее свободных кромок к внутренней поверхности поворотного дефлектора необходимо для уменьшения гидродинамических потерь при реверсировании.

Наличие отверстий в боковых стенках дефлектора делает возможным осуществлять боковой выброс струи двигателя путем перекладки рулей при реверсивном и "стопорном" положении дефлектора; при этом направление тяги двигатель-рулевого комплекса может изменяться на 360 градусов в горизонтальной плоскости, что обеспечивает повышенную маневренность судна в широком диапазоне режимов движения.

Придание профилю рулей в сечении формы прямоугольного клина и их размещение в пределах ширины струи за соплом позволяет исключить на рулевом устройстве "мертвой" неэффективной зоны углов перекладки рулей, которая характерна для рулей стандартной профилировки и поворотных сопел.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг.1 представлена

боковая проекция ВДРК; на фиг.2 - сечение сопла двигателя.

Здесь (фиг.1, 2) ВДРК содержит водовод 1 с рабочим колесом 2, за которым расположены сопло 3, имеющее круговое входное сечение 4, профилированные стойки 5, выполняющие совместно с соплом 3 и обтекателем 6 ступицы 7 рабочего колеса 1 функцию спрямляющего аппарата, установленного на валу 8 с подшипниками 9, и РРУ, состоящее из поворотного дефлектора 10, расположенного за соплом 3, и вертикально установленных побортно за соплом 3 в пределах ширины его выбросного сечения рулей 11 с рулевыми приводами (не показаны), а также ограничительной плиты 12, расположенной горизонтально непосредственно за верхней стенкой 13 сопла 3 и являющейся ее продолжением вниз по направлению потока воды, на которой установлены баллеры (не показаны) рулей 11.

Обтекатель 6 ступицы 7 рабочего колеса 2 прикреплен к стенкам сопла 3 с помощью четырех профилированных стоек 5, являющихся одновременно направляющими поток лопатками.

Подшипники 9 хвостовой части вала 8 расположены внутри обтекателя 6. Хвостовая часть вала 8 рабочего колеса 2 установлена на двух подшипниках 9. Причем один из них выполнен в виде упорного, а другой - в виде опорного подшипника, и оба при этом имеют водяную смазку.

В боковых стенках дефлектора 10 образованы сквозные отверстия 14. Дефлектор 10 расположен так, что свободные кромки ограничительной плиты 12 примыкают к его внутренней поверхности.

Рули 11 в поперечном сечении имеют профиль, представляющий форму прямоугольного клина.

За входным круговым сечением 4 сопла 3 его поперечные сечения на каждом участке вдоль оси вниз по потоку имеют вытянутую в горизонтальном направлении форму, которая на выбросном сечении (на выходе из сопла) представляет собой щель с соотношением длины к ее ширине в пределах от 2 до 10. Причем за входным сечением 4 боковые стенки 15 сопла 3 в каждом поперечном сечении представляют собой части кругового цилиндра того же диаметра, что и диаметр входного сечения 4 сопла 3, а верхняя 13 и нижняя 16 стенки сопла 3 в каждом сечении являются прямыми и представляют собой хорды сегментов 17 частей кругового цилиндра, которые отсечены на каждом участке по длине сопла 3. При этом при приближении к выходному участку сопла 3 длины хорд сегментов 17 непрерывно возрастают и имеют наибольшую величину на выбросном сечении сопла 3.

У обтекателя 6 ступицы 7 рабочего колеса 2 на каждом участке по длине сопла 3 профиль поперечного сечения его внешнего контура повторяет профиль поперечных сечений внутреннего контура сопла 3 на одних и тех же участках; при этом в районе выбросного сечения сопла 3 этот профиль обтекателя 6 переходит в горизонтальную линию 18 (фиг.2).

ВДРК обеспечивает движение судна с разными скоростями на переднем ходу, реверсирование судна и положение "стоп", а также маневрирование судна на всех

режимах движения. При этом устройство работает следующим образом.

Поток воды, поступающий в водовод 1, проходит через рабочее колесо 2, которое приводится во вращение с помощью вала 8, спрямляется, проходя через профилированные стойки 5, попадает в сопло 3 и отбрасывается из его выбросного щелевого патрубка в виде плоской струи, при этом обтекая вертикально расположенные побортно за соплом 3 рули 11 и ограничительную плиту 12, на которой установлены их баллеры.

На режиме переднего хода при обтекании потоком воды вращающегося рабочего колеса 2 создаются тяга движителя переднего хода и упор, воспринимаемый упорным и опорными подшипниками 9, размещенными в обтекателе 6 ступицы 7 рабочего колеса 2. В результате обтекания потоком воды рулей 11 при малых углах их перекадки поддерживается прямолинейное движение судна на курсе, а при больших углах перекадки рулей 11 производится поворот судна в ту или иную сторону в соответствии с направлением перекадки рулей.

Для реверсирования судна поворачивают дефлектор 10 вокруг его оси вращения вниз, в результате чего направляющая поверхность дефлектора входит в струю, истекающую из сопла, перекрывает ее и изменяет направление струи на противоположное. Причем при одном из положений дефлектора 10 создается "стоповый" режим судна.

На режиме реверса и "стоповом" режиме при перекадке рулей 11 поток струи движителя направляется в сторону боковых стенок дефлектора 10, истекает через сквозные отверстия 14 дефлектора 10, и в результате чего осуществляется поворот судна.

Технический эффект предлагаемого ВДРК в части повышения пропульсивных характеристик достигает по данным модельных испытаний 5-10%. При этом габаритные параметры реверсивно-рулевого устройства снижаются на 50-60%, а вес водометного движителя - на 10-20%.

Формула изобретения:

1. Водометный движительно-рулевой комплекс, содержащий водовод, рабочее колесо с обтекателем ступицы, установленное на валу с подшипниками, спрямляющий аппарат, включающий гидродинамически обтекаемые профилированные стойки, посредством которых обтекатель ступицы рабочего колеса прикреплен к соплу, и реверсивно-рулевое устройство, состоящее из поворотного дефлектора, расположенного за соплом, отличающийся тем, что за входным круговым сечением сопла его поперечные сечения на каждом участке вдоль оси по потоку имеют вытянутую в горизонтальном направлении форму, имеющую на выходном сечении сопла соотношение ширины к высоте, равное 2÷10, причем профиль поперечных сечений внешнего контура обтекателя рабочего колеса на каждом участке повторяет профиль поперечных сечений внутреннего контура сопла на тех же участках, при этом

спрямляющий аппарат образован стенками этого сопла, упомянутым обтекателем и профилированными стойками, а реверсивно-рулевое устройство оборудовано ограничительной плитой, расположенной горизонтально непосредственно за срезом сопла на уровне его верхней стенки и являющейся ее продолжением вдоль по потоку воды, причем свободные кромки ограничительной плиты примыкают к внутренней поверхности поворотного дефлектора, и снабжено, по крайней мере, двумя оборудованными приводом и вертикально расположенными побортно в пределах ширины выходного сечения сопла рулями, размещенными под упомянутой ограничительной плитой, на которой установлены их баллеры.

2. Водометный движительно-рулевой комплекс по п.1, отличающийся тем, что за входным круговым сечением на каждом участке поперечного сечения сопла его боковые стенки имеют форму части круга диаметром, равным диаметру круга входного сечения сопла, а верхняя и нижняя стенки ограничены хордами сегментов частей этого круга, отсеченных на каждом участке по длине сопла, причем постепенный переход от круговой формы сечения сопла на его входе к вытянутому в горизонтальном направлении виду сечения на его выходе осуществлен за счет увеличения стрелки прогиба, отсекаемого в каждом сечении сегмента, по мере продвижения к выходному сечению сопла, при этом профиль обтекателя рабочего колеса в районе выходного сечения сопла трансформируется в горизонтальную линию.

3. Водометный движительно-рулевой комплекс по п.1 или 2, отличающийся тем, что обтекатель ступицы рабочего колеса прикреплен к стенкам сопла с помощью четырех гидродинамически обтекаемых профилированных стоек.

4. Водометный движительно-рулевой комплекс по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что в боковых стенках дефлектора образованы сквозные отверстия.

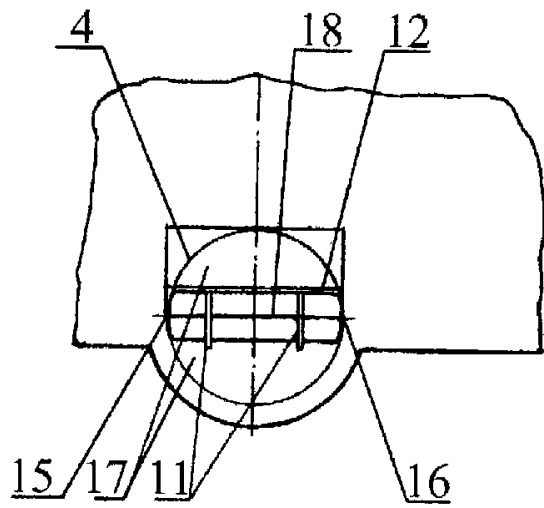
5. Водометный движительно-рулевой комплекс по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что профиль рулей в сечении имеет форму прямощечного клина.

6. Водометный движительно-рулевой комплекс по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что подшипники хвостовой части вала рабочего колеса расположены внутри обтекателя ступицы рабочего колеса.

7. Водометный движительно-рулевой комплекс по п.6, отличающийся тем, что внутри обтекателя ступицы рабочего колеса расположены два подшипника хвостовой части вала рабочего колеса.

8. Водометный движительно-рулевой комплекс по п.7, отличающийся тем, что один из подшипников хвостовой части вала рабочего колеса выполнен в виде опорного, а другой - в виде упорного подшипника.

9. Водометный движительно-рулевой комплекс по любому из пп.6-8, отличающийся тем, что подшипники хвостовой части вала рабочего колеса выполнены с возможностью использования водяной смазки.



Фиг. 2