

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 24800

(13) С1

(45) 2026.01.20

(51) МПК

В 63Н 11/08 (2006.01)

В 63Н 11/10 (2006.01)

(54) ПОЛНОНАПОРНЫЙ ВОДОЗАБОРНИК БЫСТРОХОДНОГО СУДНА С ВОДОМЕТНЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ

(21) Номер заявки: а 20240232

(22) 2024.11.01

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Качанов Игорь Владимирович; Шаталов Игорь Михайлович; Ленкевич Сергей Александрович; Власов Вячеслав Владимирович; Браим Дмитрий Николаевич; Хвитько Кристина Валерьевна; Ключников Владимир Анатольевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) RU 2065375 С1, 1996.

RU 2065374 С1, 1996.

RU 2219099 С1, 2003.

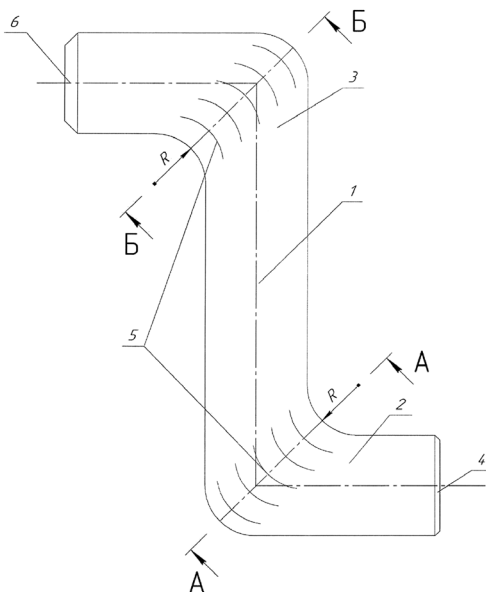
RU 2360832 С1, 2009.

JP 9-2388 А, 1997.

US 2006/0026951 А1.

(57)

Полнонапорный водозаборник быстроходного судна с водометным движителем, содержащий проточный трубопровод с нижним и верхним поворотными коленами, на внутренней поверхности которых выполнены криволинейные направляющие лопатки переменной высоты, и водозаборный входной патрубок, отличающийся тем, что проточный трубопровод выполнен с поперечным сечением в форме овала с соотношением длин малой оси к его большой оси, составляющим 1:(1,5-3), при этом большая ось направлена перпендикулярно к радиусу кривизны каждого из поворотных колен.



Фиг. 1

ВУ 24800 С1 2026.01.20

Изобретение относится к судостроению, в частности к полнонапорным водозаборникам быстроходных судов с водометными движителями, и может быть использовано для увеличения силы тяги и КПД движителей.

Известен полнонапорный водозаборник водометного движителя [1], содержащий водоприемный патрубок и проточный трубопровод с поворотными коленами, при этом внутри проточного трубопровода размещены одно или несколько крыльев с элементами механизации или без них, закрепленных на боковых стенках трубопровода, причем засасывающая поверхность крыльев обращена в сторону водоприемного патрубка.

Недостатком водозаборника являются большие потери энергии на преодоление вихревого течения потока воды в поворотных коленах проточного трубопровода.

Известен полнонапорный водозаборник водометного движителя [2], содержащий проточный трубопровод с поворотными коленами, водозаборным отверстием, соплом и направляющими лопатками, причем внутренняя поверхность носовой части трубопровода выполнена с искусственной шероховатостью, а на кормовой части поверхности проточного трубопровода размещен по крайней мере один гидродинамический профиль сегментного типа со спинкой, ориентированной в сторону носовой части водозаборника, при этом выходящие кромки направляющих лопаток в нижнем поворотном колене лежат в плоскости, перпендикулярной оси трубопровода, а в верхнем поворотном колене в плоскости, перпендикулярной валу насоса движителя.

Недостатками водозаборника являются повышенное высокое гидравлическое сопротивление, сложность конструктивного исполнения водозаборника и его эксплуатации, а также значительные потери напора (энергии) воды в поворотных коленах, связанные с появлением эффекта "парного вихря" и винтовым вращением потока жидкости.

Задача, решаемая изобретением, заключается в снижении высокого гидравлического сопротивления полнонапорного водозаборника, увеличении тяги и КПД водометного движителя в целом за счет управления вращательным движением потока воды в проточном трубопроводе с поворотными коленами.

Для достижения поставленной задачи полнонапорный водозаборник быстроходного судна с водометным движителем содержит проточный трубопровод с нижним и верхним поворотными коленами, на внутренней поверхности которых выполнены криволинейные направляющие лопатки переменной высоты, и водозаборный входной патрубок, при этом проточный трубопровод выполнен с поперечным сечением в форме овала с соотношением длин малой оси к его большой оси, составляющим $1:(1,5-3)$, при этом большая ось направлена перпендикулярно к радиусу кривизны каждого из поворотных колен.

Сущность изобретения поясняется фиг. 1-3, где на фиг. 1 представлено продольное сечение устройства; на фиг. 2 - поперечное сечение (А-А) поворотного колена проточного трубопровода с парным вихрем; на фиг. 3 - поперечное сечение (Б-Б) поворотного колена проточного трубопровода с криволинейными направляющими лопатками.

Устройство содержит проточный трубопровод 1 с нижним 2 и верхним 3 поворотными коленами с радиусом кривизны R , водозаборный входной патрубок 4, на внутренних поверхностях нижнего 2 и верхнего 3 поворотных колен выполнены направляющие лопатки 5 переменной высоты, входной патрубок 6 насоса движителя (на фигурах не показан).

Устройство работает следующим образом.

При включении насоса движителя вода поступает в водозаборный входной патрубок 4 и нижнее 2 поворотное колено, в котором за счет овальной формы поперечного сечения происходит снижение гидравлического сопротивления проточного трубопровода в целом. Далее поток поступает в проточный трубопровод 1 и из него в верхнее 3 поворотное колено с направляющими лопатками, которые показаны на разрезе Б-Б. Направляющие лопатки стабилизируют прямолинейное движение потока воды в проточном трубопроводе 1 и выравнивают поток воды, набегающий через входной патрубок насоса на лопасти винта движителя.

ВУ 24800 С1 2026.01.20

При движении воды по проточному трубопроводу на все частицы жидкости действует центробежная сила, пропорциональная квадрату скорости, которая будет значительно больше в центральной части потока, чем у стенок. Ввиду этого в нижнем 2 поворотном колене возникают моменты центробежных сил, которые приводят жидкость во вращение. В середине потока жидкость перемещается от внутренней стенки к внешней, т. е. вдоль радиуса кривизны R , а у боковых стенок - в обратном направлении. Так образуется пара вихрей или так называемый "парный вихрь". В результате сложения кругового движения жидкости с поступательным поток разделяется на два винтовых потока.

На образование "парного вихря" непрерывно расходуется энергия жидкости, т. е. теряется напор, причем эта потеря пропорциональна моменту инерции площади поперечного сечения вихря. Минимальным моментом инерции обладает круглое сечение вихря, которое может иметь место в поворотном колене проточного трубопровода 1 овального сечения при соотношении малой оси овала к большей, равном 1:(1,5-3), причем большая ось должна быть нормальна (перпендикулярна) радиусу кривизны R . Поэтому минимальное гидравлическое сопротивление имеет место в овальном сечении поворотных колен проточного трубопровода 1 полнонапорного водозаборника водометного движителя при соотношении осей овала порядка 1,5-3. В этом случае поперечное сечение (А-А) каждого из вихрей будет иметь круглую форму, во всех других случаях вихри будут сплюснутыми в одном или другом направлении.

Если с точки зрения технологичности изготовления наиболее выгоднейшей формой поперечного сечения трубы является круглая, то для получения минимального значения коэффициента сопротивления $\zeta_{пк}$ одного из поворотных колен (нижнего 2 или верхнего 3) проточного трубопровода 1 выгоднее всего овальное сечение с соотношением осей 1:(1,5-3) (большая ось при этом нормальна к радиусу кривизны R поворотного колена). Коэффициент сопротивления $\zeta_{пк}$ поворотного колена с такой формой сечения, как показывают компьютерное моделирование и лабораторные эксперименты, равен

$$\zeta_{пк} = (0,2-0,4)\zeta_{к.кр},$$

где $\zeta_{к.кр}$ - коэффициент сопротивления поворотного колена круглого сечения с теми же геометрическими параметрами.

Таким образом, применение овальной формы поперечного сечения проточной трубы на повороте может уменьшить потерю напора (механической энергии) в среднем в 1,5-3 раза по сравнению с круглым сечением.

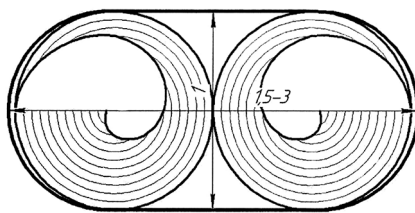
Полнонапорные водозаборники водометных движителей обладают высоким гидравлическим сопротивлением, а водометные движители - низким КПД и невысокой тягой. Конструкция предлагаемого проточного трубопровода с поворотными коленами полнонапорного водозаборника водометного движителя позволяет максимально снизить гидравлические потери в нем за счет снижения действия центробежных сил в овальных сечениях поворотных колен и путем использования криволинейных направляющих лопаток стабилизировать прямолинейное движение потока жидкости.

Использование заявляемого полнонапорного водозаборного водометного движителя позволит снизить в нем гидравлическое сопротивление на 20-40 % и повысить КПД и тягу водометного движителя на 15-20 %.

Источники информации:

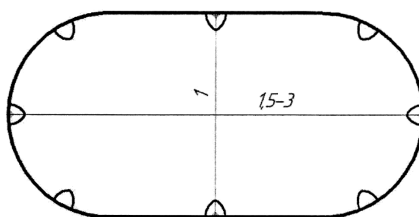
1. RU 2185307 С2, 2002.
2. RU 2065375 С1, 1996.

А-А



Фиг. 2

Б-Б



Фиг. 3