



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84488 (13) C2
(51) МПК
F03B 3/12 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) РОБОЧЕ КОЛЕСО РАДІАЛЬНО-ОСЬОВОЇ ГІДРОМАШИНИ

1

2

(21) а200702346

(22) 05.03.2007

(24) 27.10.2008

(46) 27.10.2008, Бюл.№ 20, 2008 р.

(72) ВАПНИК БОРИС КИРИЛОВИЧ, UA, ВЕРЕМЕ-
ЄНКО ІГОР СТЕПАНОВИЧ, UA, ГЛАДИШЕВ СЕР-
ГІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA(73) ВАПНИК БОРИС КИРИЛОВИЧ, UA, ВЕРЕМЕ-
ЄНКО ІГОР СТЕПАНОВИЧ, UA, ГЛАДИШЕВ СЕР-
ГІЙ ВІКТОРОВИЧ, UA

(56) UA 65644, F 03 B 3/12, 15.04.2004

UA 76260, F 03 B 3/12, 17.07.2006

UA 79845, F 03 B 3/12, 25.07.2007

UA 80108, F 03 B 3/12, 27.08.2007

UA 82240, F 03 B 3/12, 25.03.2008

SU 364758, F 03 B 3/12, 28.12.1972

UA 73589, F 03 B 3/12, 15.08.2005

(57) Робоче колесо радіально-осьової гідромаши-
ни, що містить верхній і нижній ободи і закріплені
між ними лопаті, поверхня яких виконана у відпо-
відності з певними співвідношеннями геометрич-
них параметрів, яке **відрізняється** тим, що номі-
нальна поверхня лопаті виконана у відповідності із
наступними співвідношеннями геометричних па-
раметрів (лінійні розміри віднесені до номінально-
го діаметра робочого колеса D_1 , кутові розміри
виражені в градусах):кількість лопатей $Z_L=13$;відносна висота лопаток напрямного апарата
 $\bar{b}_0 = 0,34$;

вхідна крайка лопаті:

діаметр розташування на верхньому ободі

 $\bar{D}_{1\text{воб}} = 0,69$,

діаметр розташування на нижньому ободі

 $\bar{D}_{1\text{ноб}} = 1,0$,

положення на верхньому ободі відносно верхнього

кільця напрямного апарата $\bar{b}_{1\text{воб}} = 0,317$,

положення на нижньому ободі відносно верхнього

кільця напрямного апарата $\bar{b}_{1\text{ноб}} = 0,388$,

кутова координата на верхньому ободі

 $\varphi_{\text{воб}} = 38,5^\circ$, кутова координата на нижньому обо-ді $\varphi_{\text{ноб}} = 33,5^\circ$, радіус вхідної крайки у горизонта-льному перерізі на \bar{b}_i (по висоті лопаті) $\bar{r}_{\text{вх}} = \text{const} = 0,0085$, де \bar{b}_i - текуча координата

відносно верхнього кільця напрямного апарата (від

верхнього до нижнього обода),

лопатевий кут на вході у горизонтальному перерізі

на \bar{b}_i (від верхнього до нижнього обода) $\beta_{1i} = 73^\circ \dots 63^\circ \dots 99^\circ$;

вихідна крайка лопаті:

діаметр розташування на верхньому ободі

 $\bar{D}_{2\text{воб}} = 0,328$,

діаметр розташування на нижньому ободі

 $\bar{D}_{2\text{ноб}} = 1,065$,

положення на верхньому ободі відносно верхнього

кільця напрямного апарата $\bar{b}_{2\text{воб}} = 0,144$,

положення на нижньому ободі відносно верхнього

кільця напрямного апарата $\bar{b}_{2\text{ноб}} = 0,546$,

товщина вихідної крайки у горизонтальному пере-

різі на \bar{b}_i (по висоті лопаті) $\bar{\Delta}_{\text{вих}} = \text{const} = 0,0032$,

лопатевий кут на виході лопаті у горизонтальному

перерізі на \bar{b}_i (від верхнього до нижнього обода) $\beta_{2i} = 25^\circ \dots 15^\circ \dots 42,5^\circ$;максимальна товщина лопаті $\bar{\delta}_{\text{макс}} = 0,024$;конусність нижнього обода $\alpha_{\text{ноб}} = 13^\circ \pm 2^\circ$.

Передбачуваний винахід відноситься до галузі
гідромашинобудування і може бути використаним
при виготовленні робочих коліс радіально-осьових
гідромашин.

Основним елементом, що визначає енергети-
чні, кавітаційні, ерозійні і пульсаційні характе-
ристики радіально-осьової гідромашини є робоче ко-
лесо, що складається з верхнього і нижнього

(13) C2

(11) 84488

(19) UA

ободів і закріплених між ними лопатей. Рівень енергетичних і кавітаційних показників багато в чому залежить від геометрії лопатей, що визначається формою і розташуванням вхідної й вихідної крайок, висотою лопаток напрямного апарата, значеннями лопатевих кутів на вхідній і вихідній крайках, кутом охоплення лопатей у плані, розподілом товщини по висоті лопаті, кількістю лопатей [1,2].

Відомо робоче колесо радіально-осьової гідротурбіни [3], що містить верхній і нижній ободи і закріплені між останніми лопаті, що пристосовано для роботи на напорах від 30 до 45м. водного стовпа (PO45), з кількістю лопатей $Z_n = 14$, відносною висотою лопаток напрямного апарата $\bar{b}_0 = 0,365$ і з певними співвідношеннями геометричних параметрів елементів робочого колеса.

Недоліками відомого робочого колеса [3] є:

- низький рівень максимального ККД (на моделі складає 91,3%);
- вузький діапазон роботи з оптимальним ККД;
- незабезпеченість повного узгодження форми лопатей з потоком води, що натікає, і потоком у межлопатевому каналі;
- значний рівень пульсацій тиску за робочим колесом;
- недостатність сприятливих умов на виході з лопатей робочого колеса;
- низька швидкохідність робочого колеса.

Відомо також робоче колесо радіально-осьової гідротурбіни [4], що містить верхній і нижній ободи і закріплені між останніми лопаті, що пристосовано для роботи на напорах від 30 до 45м. водного стовпа (PO45), котре рекомендовано стандартом, з кількістю лопатей $Z_n = 14$ відносною висотою лопаток напрямного апарата $\bar{b}_0 = 0,35$ і з певними співвідношеннями геометричних параметрів елементів робочого колеса. Недоліками відомого робочого колеса [4] є:

- низький рівень максимального ККД (на моделі складає 92,1%);
- вузький діапазон роботи з оптимальним ККД;
- незабезпеченість повного узгодження форми лопатей з потоком води, що натікає, і потоком у межлопатевому каналі;
- високий рівень пульсацій тиску за робочим колесом на часткових навантаженнях;
- недостатність сприятливих умов на виході з лопатей робочого колеса;
- недостатня швидкохідність робочого колеса.

Найбільш близьким з виявлених аналогів до передбачуваного винаходу є робоче колесо радіально-осьової гідромашини [5], що містить верхній і нижній ободи і закріплені між останніми лопаті, що пристосовано для роботи на напорах від 30 до 70м. водного стовпа, з кількістю лопатей $Z_n = 13$, відносною висотою лопаток напрямного апарата $\bar{b}_0 = 0,365$ і з певними співвідношеннями геометричних параметрів елементів робочого колеса.

Недоліками відомого робочого колеса [5] є:

- недостатньо високий рівень максимального ККД (на моделі складає 92,6%);
- недостатньо широкий діапазон роботи з оптимальним ККД;

- незабезпеченість повного узгодження форми лопатей з потоком води, що натікає, і потоком у межлопатевому каналі;

- високий рівень пульсацій тиску за робочим колесом на часткових навантаженнях;

- недостатність сприятливих умов на виході з лопатей робочого колеса. В основу передбачуваного винаходу поставлена задача - створити таке робоче колесо радіально-осьової гідромашини для роботи на напорах від 30 до 70м. водного стовпа, нове виконання якого шляхом оптимізації параметрів лопатевої системи робочого колеса дозволило б забезпечити збільшення рівня максимального ККД гідромашини при збереженні високої швидкохідності робочого колеса.

Заявлене робоче колесо радіально-осьової гідромашини характеризується тим, що містить верхній і нижній ободи і закріплені між останніми лопаті, поверхня котрих виконана у відповідності із певними співвідношеннями геометричних параметрів елементів робочого колеса.

При цьому відмітні ознаки передбачуваного винаходу у порівнянні з прототипом полягають у тому, що номінальна поверхня лопатей виконана у відповідності із наступними співвідношеннями геометричних параметрів (лінійні розміри віднесені до номінального діаметра робочого колеса D_1 , кутові розміри виражені в градусах):

номінальний діаметр робочого колеса - D_1 ;

кількість лопатей $Z_n = 13$;

відносна висота лопаток напрямного апарата

$\bar{b}_0 = 0,34$;

вхідна крайка лопаті:

діаметр розташування на верхньому ободі

$\bar{D}_{1\text{воб}} = 0,69$,

діаметр розташування на нижньому ободі

$\bar{D}_{1\text{ноб}} = 1,0$,

положення на верхньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата $\bar{b}_{1\text{воб}} = 0,317$,

положення на нижньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата $\bar{b}_{1\text{ноб}} = 0,388$,

кутова координата на верхньому ободі $\varphi_{\text{воб}} = 38,5^\circ$,

кутова координата на нижньому ободі $\varphi_{\text{ноб}} = 33,5^\circ$,

радіус вхідної крайки у горизонтальному перерізі на \bar{b}_i (по висоті лопаті) $\bar{r}_{\text{вх}} = \text{const} = 0,0085$, де \bar{b}_i - текуча координата відносно верхнього кільця напрямного апарата (від верхнього до нижнього обода),

лопатеви кут на вході у горизонтальному перерізі на \bar{b}_i (від верхнього до нижнього обода) $\beta_{1i} = 73^\circ \dots 63^\circ \dots 99^\circ$;

вихідна крайка лопаті:

діаметр розташування на верхньому ободі

$\bar{D}_{2\text{воб}} = 0,328$,

діаметр розташування на нижньому ободі

$\bar{D}_{2\text{ноб}} = 1,065$,

положення на верхньому ободі відносно верх-

нього кільця напрямного апарата $\bar{b}_{2\text{воб}} = 0,144$,
положення на нижньому ободі відносно верх-
нього кільця напрямного апарата $\bar{b}_{2\text{ноб}} = 0,546$,
товщина вихідної крайки у горизонтальному
перерізі на \bar{b}_i (по висоті лопаті) $\bar{\Delta}_{\text{вих}} = \text{const} = 0,0032$,
лопате́вий кут на виході лопаті у горизонталь-
ному перерізі на \bar{b}_i (від верхнього до нижнього
обода) $\beta_{2i} = 25^\circ \dots 15^\circ \dots 42,5^\circ$;

максимальна товщина лопаті $\bar{\delta}_{\text{макс}} = 0,024$;

конусність нижнього обода $\alpha_{\text{ноб}} = 13^\circ \pm 2^\circ$.

При цьому, зменшення конусності нижнього
обода нижче $\alpha_{\text{ноб}} = 11^\circ$ приводить до зменшення
дифузора на виході з робочого колеса, до значно-
го зменшення витрати води крізь робоче колесо і,
отже, до зменшення швидко́хидності робочого ко-
леса; збільшення конусності нижнього обода вище
 $\alpha_{\text{ноб}} = 15^\circ$ приводить до значного збільшення ди-
фузора на виході з робочого колеса, до збільшен-
ня витрати води крізь робоче колесо, до відриву
потоків води з лопатей і, отже, до погіршення ККД
та кавітаційних характеристик робочого колеса
гідромаши́ни.

Виконання робочого колеса по обмежувальних
ознаках дозволяє одержати працездатне робоче
колесо радіально-осьової гідромаши́ни.

Виконання робочого колеса по відмітних озна-
ках дозволяє одержати робоче колесо радіально-
осьової гідромаши́ни із добрим узгодженням лопа-
тевої системи робочого колеса з потоком води, із
зниженою інтенсивністю вихроутворення за робо-
чим колесом, із поліпшеними пульсаційними і еро-
зійними характеристиками.

У цілому, сукупність суттєвих ознак дозволяє
одержати технічний результат - одержати робоче
колесо радіально-осьової гідромаши́ни для роботи
на напорах 30...70м. водного стовпа з низьким
рівнем пульсацій у проточній частині, з значною
зоною високого ККД, з високим рівнем максималь-
ного ККД (на 0,5% вище, ніж у прототипу) при збе-
реженні високої швидко́хидності робочого колеса.

Передбачуваний винахід ілюструється крес-
ленням, на котрих показано:

Фіг.1 - робоче колесо радіально-осьової гідро-
маши́ни в меридіональному перерізі;

Фіг.2 - лопать робочого колеса в плані;

Фіг.3 - переріз А-А лопаті по Фіг.1.

Протокова частина робочого колеса 1 спілку-
ється із протоковою частиною напрямного апарата
(не позначено), що обмежена верхнім 2 і нижнім
(не показано) кільцями напрямного апарата, між
котрими розміщено лопатку напрямного апарата
(не показано).

Робоче колесо 1 радіально-осьової гідрома-
ши́ни містить верхній 3 і нижній 4 ободи і закріп-
ленні між останніми лопаті 5 із наступними геоме-
тричними параметрами (лінійні розміри віднесені
до номінального діаметра робочого колеса D_1):

(див.Фіг.1) D_1 - номінальний діаметр робочого
колеса, \bar{b}_0 - висота лопаток напрямного апарата,

$\bar{D}_{1\text{воб}}$ - діаметр розташування вхідної крайки лопа-
ті на верхньому ободі, $\bar{D}_{2\text{воб}}$ - діаметр розташу-
вання вихідної крайки лопаті на верхньому ободі,
 $\bar{D}_{1\text{ноб}}$ - діаметр розташування вхідної крайки лопа-
ті на нижньому ободі, $\bar{D}_{2\text{ноб}}$ - діаметр розташу-
вання вихідної крайки лопаті на нижньому ободі,
 $\bar{b}_{1\text{ноб}}$ - положення вхідної крайки лопаті на ниж-
ньому ободі, $\bar{b}_{2\text{ноб}}$ - положення вихідної крайки
лопаті на нижньому ободі, $\bar{b}_{1\text{воб}}$ - положення вхід-
ної крайки лопаті на верхньому ободі, $\bar{b}_{2\text{воб}}$ - по-
ложення вихідної крайки лопаті на верхньому обо-
ді, \bar{b}_i - теку́ча координата горизонтального
перерізу лопаті відносно верхнього кільця напрям-
ного апарата, $\alpha_{\text{ноб}}$ - конусність нижнього обода;

(див.Фіг.2) $\varphi_{\text{воб}}$ - кутова координата вхідної
крайки лопаті на верхньому ободі, $\varphi_{\text{ноб}}$ - кутова
координата вхідної крайки лопаті на нижньому
ободі, $\bar{D}_{1\text{воб}}$ - діаметр розташування вхідної край-
ки лопаті на верхньому ободі, $\bar{D}_{1\text{ноб}}$ - діаметр роз-
ташування вхідної крайки лопаті на нижньому
ободі;

(див.Фіг.3) $\bar{r}_{\text{вх}}$ - радіус вхідної крайки лопаті,
 β_{1i} - лопате́вий кут на вході лопаті на \bar{b}_i , β_{2i} - ло-
пате́вий кут на виході лопаті на \bar{b}_i , $\bar{r}_{\text{вх}}$ - радіус
розташування вхідної крайки лопаті на \bar{b}_i , $\bar{\delta}_{\text{макс}}$ -
максимальна товщина лопаті; $\bar{\Delta}_{\text{вих}}$ - товщина ви-
хідної крайки лопаті;

при цьому, геометричні параметри виконані у
відповідності із наступними співвідношеннями:

кількість лопатей $Z_n = 13$;

відносна висота лопаток напрямного апарата

$\bar{b}_0 = 0,34$;

вхідна крайка лопаті:

діаметр розташування на верхньому ободі

$\bar{D}_{1\text{воб}} = 0,69$,

діаметр розташування на нижньому ободі

$\bar{D}_{1\text{ноб}} = 1,0$,

положення на верхньому ободі відносно верх-
нього кільця напрямного апарата $\bar{b}_{1\text{воб}} = 0,317$,

положення на нижньому ободі відносно верх-

нього кільця напрямного апарата $\bar{b}_{1\text{ноб}} = 0,388$,

кутова координата на верхньому ободі $\varphi_{\text{воб}} = 38,5^\circ$,

кутова координата на нижньому ободі $\varphi_{\text{ноб}} = 33,5^\circ$,

радіус вхідної крайки у горизонтальному пере-
різі на \bar{b}_i (по висоті лопаті) $\bar{r}_{\text{вх}} = \text{const} = 0,0085$, де

\bar{b}_i - теку́ча координата відносно верхнього кільця
направного апарата (від верхнього до нижнього
обода),

лопате́вий кут на вході у горизонтальному пе-

перерізі на \bar{b}_i (від верхнього до нижнього обода) $\beta_{i1} = 73^\circ \dots 63^\circ \dots 99^\circ$;

вихідна крайка лопаті:

діаметр розташування на верхньому ободі

$\bar{D}_{2\text{воб}} = 0,328$,

діаметр розташування на нижньому ободі

$\bar{D}_{2\text{ноб}} = 1,065$,

положення на верхньому ободі відносно верх-

нього кільця напрямного апарата $\bar{b}_{2\text{воб}} = 0,144$,

положення на нижньому ободі відносно верх-

нього кільця напрямного апарата $\bar{b}_{2\text{ноб}} = 0,546$,

товщина вихідної крайки у горизонтальному

перерізі на \bar{b}_i (по висоті лопаті) $\bar{\Delta}_{\text{вих}} = \text{const} = 0,0032$,

лопатевий кут на виході лопаті у горизонталь-

ному перерізі на \bar{b}_i (від верхнього до нижнього обода) $\beta_{2i} = 25^\circ \dots 15^\circ \dots 42,5^\circ$;

максимальна товщина лопаті $\bar{\delta}_{\text{макс}} = 0,024$;

конусність нижнього обода $\bar{\alpha}_{\text{ноб}} = 13^\circ \pm 2^\circ$.

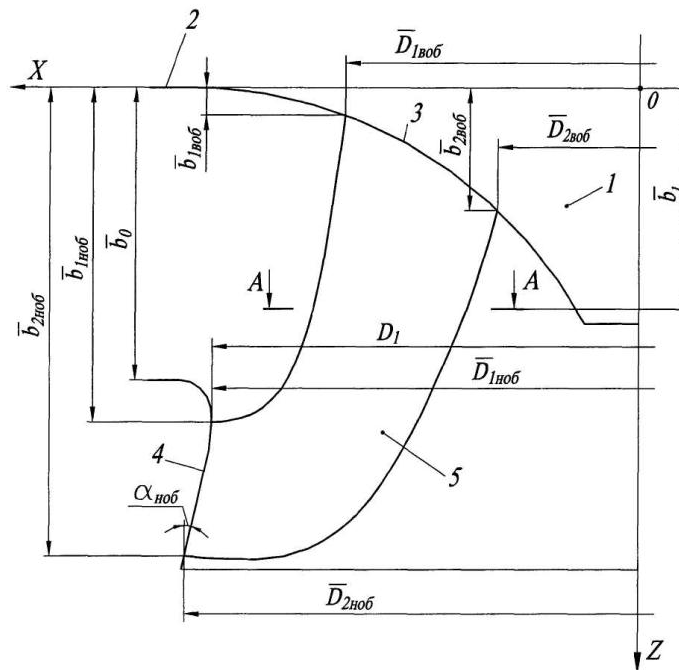
Джерела інформації, що прийняті до уваги при складанні заявки. 1. Н.Н.Ковалев «Проектирование гидротурбин». - Л.: «Машиностроение», Ленингр. отд-ие 1974, с.80-81.

2. В.Б.Андреев, Г.А.Броновский и др.; Под общ. ред. Н.Н. Ковалева «Справочник по гидротурбинам». - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984, с.30, рис.1.25, с.32-33.

3. Л.Я. Бронштейн, А.Н. Герман и др. «Справочник конструктора гидротурбин». - Л.: «Машиностроение», 1971, с.25, рис.1.14, с.50, рис. 11.18.

4. ОСТ 108.023.15-82 «Турбины гидравлические вертикальные, поворотно-лопастные осевые и радиально-осевые». - с.48-49, черт.37-38.

5. Швидкохідне робоче колесо радіально-осьової гідромашини. Патент на винахід, Україна №65644, кл. F03B3/12, 15.04.2004 - Прототип.



Фиг.1

