



УКРАЇНА

(19) UA (11) 80108 (13) C2

(51) МПК  
F03B 3/12 (2007.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

## (54) РОБОЧЕ КОЛЕСО РАДІАЛЬНО-ОСЬОВОЇ ГІДРОМАШИНИ

1

(21) 20040806520

(22) 04.08.2004

(24) 27.08.2007

(46) 27.08.2007, Бюл. № 13, 2007 р.

(72) Ліннік Олександр Васильович, Вапник Борис Кирилович, Серебряннікова Світлана Павлівна, Кузьмін Ігор Дмитрійович, Бумарсков Сергій Олександрович, Шилов Валерій Павлович

(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "ТУРБОАТОМ"

(56) SU 780598, F 03 B 3/12, 07.07.1973

UA 73589, F 03 B 3/12, 15.08.2005

SU 1659679, F 03 B 3/12, 30.06.1991

(57) Робоче колесо радіально-осьової гідромашини, що містить верхній і нижній ободи і закріплені між ними лопаті, поверхня яких виконана у відповідності із певними співвідношеннями геометричних параметрів, яке **відрізняється** тим, що номінальна поверхня лопаті виконана у відповідності з наступними співвідношеннями геометричних параметрів:(лінійні величини віднесені до номінального діаметра робочого колеса  $D_1$ )номінальний діаметр робочого колеса –  $D_1$ ;кількість лопатей  $Z_L = 14$ ;відносна висота лопаті напрямного апарата  $\bar{b}_0 = 0,25$ ;

вхідна кромка лопаті:

діаметр розташування на верхньому ободі  $\bar{D}_{1\text{воб}} = 0,8913$ ,діаметр розташування на нижньому ободі  $\bar{D}_{1\text{ноб}} = 1,0$ ,положення на верхньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата  $\bar{b}_{1\text{воб}} = 0,00235$ ,

2

положення на нижньому ободі відносно верхнього

кільця напрямного апарата  $\bar{b}_{1\text{ноб}} = 0,275$ ,кутова координата на верхньому ободі  $\theta_{\text{воб}} = 33^\circ$ ,кутова координата на нижньому ободі  $\theta_{\text{ноб}} = 32,5^\circ$ ,радіус вхідної кромки у горизонтальному перерізі на  $\bar{b}_i$  (по висоті лопаті)  $\bar{r}_{\text{вх}} = 0,0087 \dots 0,0078 \dots$ 0,0089, де  $\bar{b}_i$  – текуча координата відносно верхнього кільця напрямного апарата;лопатеви кут на вході лопаті у горизонтальному перерізі на  $\bar{b}_i$  (від верхнього до нижнього обода) $\beta_{1i} = 78,6^\circ \dots 85^\circ$ ;

вихідна кромка лопаті:

діаметр розташування на верхньому ободі  $\bar{D}_{2\text{воб}} = 0,512$ ,діаметр розташування на нижньому ободі  $\bar{D}_{2\text{ноб}} = 0,98$ ,положення на верхньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата  $\bar{b}_{2\text{воб}} = 0,076$ ,положення на нижньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата  $\bar{b}_{2\text{ноб}} = 0,466$ , товщинавихідної кромки у горизонтальному перерізі на  $\bar{b}_i$  (по висоті лопаті)  $\bar{\Delta}_{\text{вих}} = 0,0038 \dots 0,00413 \dots 0,00913$ ,лопатеви кут на виході лопаті у горизонтальному перерізі на  $\bar{b}_i$  (від верхнього до нижнього обода) $\beta_{2i} = 8^\circ \dots 14^\circ \dots 40^\circ$ ;радіус краю верхнього обода  $\bar{R} = 0,3935$ ;радіус краю нижнього обода  $\bar{r} = 0,083$ ;максимальна товщина лопаті  $\bar{\delta}_{\text{max}} = 0,028$ .

Передбачуваний винахід відноситься до гідромашинобудування і може бути використаний при виготовленні робочих колес радіально-осьових гідромашин.

На енергетичні, кавітаційні, ерозійні і пульсаційні характеристики робочого колеса радіально-осьової гідромашини вирішальний вплив, як пра-

вило, справляють геометричні параметри елементів робочого колеса. Найбільш важливими параметрами є геометричні характеристики лопатей робочого колеса, форма і розташування вхідної і вихідної кромки лопатей, лопатеви кутів на вході і виході, розподілення товщин по висоті лопаті, також кількість лопатей [1].

(19) UA (11) 80108 (13) C2

Відомо робоче колесо радіально-осьової гідротурбіни [2], що містить верхній і нижній ободи і закріплені між останніми лопаті, котре пристосовано для роботи на напорах від 110м до 170м водного стовпа (РО 170), з кількістю лопатей  $Z_L = 14$ , з відносною висотою лопаток напрямного апарата  $b_0 = 0,2$ , з коефіцієнтом корисної дії ККД = 91,6% у оптимумі характеристики, з коефіцієнтом кавітації  $\sigma = 0,085$  на лінії обмеження потужності і з певними співвідношеннями геометричних параметрів елементів робочого колеса. Недоліками відомого робочого колеса є:

- незабезпеченість повного погодження форми лопатей із натікаючим потоком води і потоком у міжлопатевому каналі;
- недостатність сприятливих умов на виході з решітки лопатей робочого колеса;
- низький ККД у оптимумі характеристики - нижчий ніж потребує стандарт;
- високий коефіцієнт кавітації.

Найбільш близьким з виявлених аналогів до передбачуваного винаходу є робоче колесо радіально-осьової гідротурбіни [3, 4], що містить верхній і нижній ободи і закріплені між останніми лопаті, котре пристосовано для роботи на напорах від 110м до 170м водного стовпа (РО 170), котре рекомендовано стандартом, з кількістю лопатей  $Z_L = 15$ , з відносною висотою лопаток напрямного апарата  $b_0 = 0,238$ , з ККД = 92,3% у оптимумі характеристики, з коефіцієнтом кавітації  $\sigma = 0,08$  на лінії обмеження потужності і з певними співвідношеннями геометричних параметрів елементів робочого колеса.

Недоліками відомого робочого колеса є:

- незабезпеченість повного погодження форми лопатей із натікаючим потоком води і потоком у міжлопатевому каналі;
- недостатність сприятливих умов на виході з решітки лопатей робочого колеса;
- недостатній ККД у оптимумі характеристики;
- високий коефіцієнт кавітації.

В основу передбачуваного винаходу поставлено задачу - створити таке робоче колесо радіально-осьової гідромашини для роботи на напорах від 110м до 170м водного стовпа, нове виконання котрого шляхом удосконалення параметрів лопатеві системи робочого колеса дозволило б забезпечити високий ККД робочого колеса у оптимумі характеристики і низький коефіцієнт кавітації на лінії обмеження потужності.

Заявляємо 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.

При цьому, відмітні ознаки передбачуваного винаходу у порівнянні із прототипом полягають у тому, що номінальна поверхня лопатей виконана у відповідності із наступними співвідношеннями геометричних параметрів:

- (лінійні величини віднесені до номінального діаметра робочого колеса  $D_1$ ) номінальний ді-

аметр робочого колеса –  $D_1$ , кількість лопатей  $Z_L = 14$ ;

- відносна висота лопатки напрямного апарата  $\bar{b}_0 = 0,25$ ;

- вхідна кромка лопаті:

- діаметр розташування на верхньому ободі

$$\bar{D}_{1\text{воб}} = 0,8913,$$

- діаметр розташування на нижньому ободі

$$\bar{D}_{1\text{ноб}} = 1,0,$$

- положення на верхньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата

$$\bar{b}_{1\text{воб}} = 0,00235,$$

- положення на нижньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата  $\bar{b}_{1\text{ноб}} = 0,275$ ,

- кутова координата на верхньому ободі

$$\theta_{\text{воб}} = 33^\circ,$$

- кутова координата на нижньому ободі

$$\theta_{\text{ноб}} = 32,5^\circ,$$

- радіус вхідної кромки у горизонтальному перерізі на  $\bar{b}_1$ , (по висоті лопаті)

$\bar{r}_{\text{вх}} = 0,0087...0,0078...0,0089$ , де  $\bar{b}_1$  - текуча координата відносно верхнього кільця напрямного апарата (від верхнього до нижнього обода),

- лопатевий кут на вході у горизонтальному перерізі на  $\bar{b}_1$  (від верхнього до нижнього обода),

$$\beta_{1i} = 78,6^\circ...85^\circ;$$

вихідна кромка лопаті:

- діаметр розташування на верхньому ободі

$$\bar{D}_{2\text{воб}} = 0,512,$$

- діаметр розташування на нижньому ободі

$$\bar{D}_{2\text{ноб}} = 0,98,$$

- положення на верхньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата  $\bar{b}_{2\text{воб}} = 0,076$ ,

- положення на нижньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата  $\bar{b}_{2\text{ноб}} = 0,466$ ,

- товщина вихідної кромки у горизонтальному перерізі на  $\bar{b}_1$  (по висоті лопаті)

$$\bar{\Delta}_{\text{вих}} = 0,0038...0,00413...0,00913,$$

- лопатевий кут на виході лопаті у горизонтальному перерізі на  $\bar{b}_1$  (від верхнього до нижнього

обода)  $\beta_{2i} = 8^\circ...14^\circ...40^\circ$ ;

- радіус краю верхнього обода  $\bar{R} = 0,3935$ ;

- радіус краю нижнього обода  $\bar{r} = 0,083$ ;

- максимальна товщина лопаті  $\bar{\delta}_{\text{max}} = 0,028$ .

Виконання робочого колеса по обмежувальних ознаках дозволяє одержати робоче колесо радіально-осьової гідромашини із певними характеристиками.

Виконання робочого колеса по відмітних ознаках дозволяє одержати робоче колесо радіально-осьової гідромашини із добрим узгодженням лопа-

тевої системи робочого колеса з потоком води, з високим ККД у оптимумі характеристики, з низьким коефіцієнтом кавітації на лінії обмеження потужності.

У цілому, сукупність суттєвих ознак дозволяє досягти технічний результат - одержати робоче колесо радіально-осьової гідромашини для роботи на напорах від 110м до 170м. водного стовпа (РО 170) із високим ККД (93,45%) у оптимумі характеристики і низьким коефіцієнтом кавітації ( $\sigma = 0,06$ ) на лінії обмеження потужності.

Передбачуваний винахід ілюструється кресленням, на котрих показано:

Фіг.1 - лопать у меридіональній проекції;

Фіг.2 - лопать у плані;

Фіг.3 - розгорнення перерізу А-А лопаті на Фіг.1.

Проточна частина робочого колеса 1 спілкується із проточною частиною напрямного апарата (не позначено), що обмежена верхнім 2 і нижнім 3 кільцями напрямного апарата, між котрими розміщено лопатку напрямного апарата (не показано) висотою  $b_0$ .

Робоче колесо 1 радіально-осьової гідромашини містить верхній 4 і нижній 5 ободи і закріплені між ними лопаті 6 з вхідними 7 і вихідними 8 кромками (див. Фіг.1) із наступними геометричними параметрами:

(лінійні величини віднесені до номінального діаметра робочого колеса  $D_1$ )

(див. Фіг.1)  $D_1$  - номінальний діаметр робочого колеса,  $b_0$  - висота лопатки напрямного апарата,

$\bar{D}_{1\text{воб}}$  - діаметр розташування вхідної кромки лопаті на верхньому ободі,  $\bar{D}_{2\text{воб}}$  - діаметр розташування вихідної кромки лопаті на верхньому ободі,  $\bar{D}_{1\text{ноб}}$  - діаметр розташування вхідної кромки лопаті на нижньому ободі,  $\bar{D}_{2\text{ноб}}$  - діаметр розташування вихідної кромки лопаті на нижньому ободі,  $\bar{b}_{1\text{воб}}$  - положення вхідної кромки лопаті на верхньому ободі,  $\bar{b}_{2\text{воб}}$  - положення вихідної кромки лопаті на верхньому ободі,  $b_{1\text{ноб}}$  - положення вхідної кромки лопаті на нижньому ободі,  $b_{2\text{ноб}}$  - положення вихідної кромки лопаті на нижньому ободі,  $\bar{R}$  - радіус краю верхнього обода,  $\bar{r}$  - радіус краю нижнього обода,  $\bar{b}_i$  - текуча координата горизонтального перерізу лопаті відносно верхнього кільця напрямного апарата.

(див. Фіг.2)  $\theta_{\text{воб}}$  - кутова координата вхідної кромки лопаті на верхньому ободі,  $\theta_{\text{ноб}}$  - кутова координата вхідної кромки лопаті на нижньому ободі,  $\bar{D}_{1\text{воб}}$  - діаметр розташування вхідної кромки лопаті на верхньому ободі,  $\bar{D}_{1\text{ноб}}$  - діаметр розташування вхідної кромки лопаті на нижньому ободі;

(див. Фіг.3)  $\bar{r}_{\text{вх}}$  - радіус вхідної кромки лопаті,  $\bar{\Delta}_{\text{вих}}$  - товщина вихідної кромки лопаті,  $\bar{\delta}_{\text{max}}$  -

максимальна товщина лопаті,  $\beta_{1i}$  - лопатевий кут на вході лопаті на  $\bar{b}_i$ ,  $\beta_{2i}$  - лопатевий кут на виході лопаті на  $\bar{b}_i$ ,  $\bar{R}_{\text{вх}}$  - радіус розташування вхідної кромки лопаті на  $\bar{b}_i$ ;

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

- кількість лопатей  $Z_L = 14$ ;

- відносна висота лопатки напрямного апарата

$\bar{b}_0 = 0,25$ ;

вхідна кромка лопаті:

- діаметр розташування на верхньому ободі

$\bar{D}_{1\text{воб}} = 0,8913$ ,

- діаметр розташування на нижньому ободі

$\bar{D}_{1\text{ноб}} = 1,0$ , де  $\bar{D}_{1\text{ноб}} = \bar{D}$ ,

- положення на верхньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата

$\bar{b}_{1\text{воб}} = 0,00235$ ,

- положення на нижньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата  $\bar{b}_{1\text{ноб}} = 0,275$ ,

- кутова координата на верхньому ободі

$\theta_{\text{воб}} = 33^\circ$ ,

- кутова координата на нижньому ободі

$\theta_{\text{ноб}} = 32,5^\circ$ ,

- радіус вхідної кромки у горизонтальному перерізі на  $\bar{b}_i$  (по висоті лопаті)

$\bar{r}_{\text{вх}} = 0,0087...0,0078...0,0089$ , де  $\bar{b}_i$  - текуча координата горизонтального перерізу відносно верхнього кільця напрямного апарата,

- лопатевий кут на вході у горизонтальному перерізі на  $\bar{b}_i$  (вид верхнього до нижнього обода)

$\beta_{2i} = 78,6^\circ...85^\circ$ ;

- вихідна крайка лопаті:

діаметр розташування на верхньому ободі

$\bar{D}_{2\text{воб}} = 0,512$ ,

- діаметр розташування на нижньому ободі

$\bar{D}_{2\text{ноб}} = 0,98$ ,

- положення на верхньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата  $\bar{b}_{2\text{воб}} = 0,076$ ,

- положення на нижньому ободі відносно верхнього кільця напрямного апарата  $\bar{b}_{2\text{ноб}} = 0,466$ ,

- товщина вихідної кромки у горизонтальному перерізі на  $\bar{b}_i$  (по висоті лопаті)

$\bar{\Delta}_{\text{вих}} = 0,0038...0,00413...0,00913$ ,

- лопатевий кут на виході лопаті у горизонтальному перерізі на  $\bar{b}_i$  (від верхнього до нижнього обода)  $\beta_{2i} = 8^\circ...14^\circ...40^\circ$ ;

- радіус краю верхнього обода  $\bar{R} = 0,3935$ ;

- 1. радіус краю нижнього обода  $\bar{r} = 0,083$ ;

- максимальна товщина лопаті  $\bar{\delta}_{\text{max}} = 0,028$ .

Джерела інформації, що прийняті до уваги при складанні заявки

1. Н.Н. Ковалев "Проектирование гидротурбин". Л.: "Машиностроение", Ленингр. отд-ие, 1974, с.20, рис. 1.15, с. 80-81.

2. Л.Я. Бронштейн, А.Н. Герман и др. "Справочник конструктора гидротурбин". -Л.: Машиностроение, 1971, с. 29, рис. 1.18, с. 51, рис. 11.23.

3. Турбины гидравлические для гидроэлектростанций /ОСТ 108.023.15-82 "Турбины гидравли-

ческие вертикальные, поворотно-лопастные осевые и радиально-осевые". - Л.: 1984, с. 74, 75, черт. 61, 62. - копия додається (на 2-х арк.).

4. Справочник по гидротурбинам /под редакцией Н.Н. Ковалева/. - Л.: "Машиностроение", Ленингр.-ое отд-ие, 1984, с. 30-32, рис. 1.25, табл. 1.5. -Прототип.

