



УКРАЇНА

(19) UA (11) 91131 (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) а200812806

(22) 03.11.2008

(24) 25.06.2010

(46) 25.06.2010, Бюл.№ 12, 2010 р.

(72) ВЕРЕМЕСНКО ІГОР СТЕПАНОВИЧ, ГЛАДИ-  
ШЕВ СЕРГІЙ ВІКТОРОВИЧ, КУЗЬМІНА НАТАЛІЯ  
ГРИГОРІЙВНА, ШИЛОВ ВАЛЕРІЙ ПАВЛОВИЧ(73) ВЕРЕМЕСНКО ІГОР СТЕПАНОВИЧ, ГЛАДИ-  
ШЕВ СЕРГІЙ ВІКТОРОВИЧ, КУЗЬМІНА НАТАЛІЯ  
ГРИГОРІЙВНА, ШИЛОВ ВАЛЕРІЙ ПАВЛОВИЧ

(56) SU 767388, 30.09.1980

SU 798343, 23.01.1981

SU 1028869, 15.07.1983

UA 65644, 15.04.2004

UA 73589, 15.08.2005

UA 76260, 17.07.2006

UA 79845, 25.07.2007

UA 80108, 27.07.2007

UA 82240, 25.03.2008

UA 89306, 11.01.20010

SU 364758, 25.12.1972

SU 780598, 07.07.1973

RU 2166121, 27.04.2001

RU 2157465, 10.10.2000

GB 1068949, 17.05.1967

US 4108570, 22.08.1978

(57) Робоче колесо радіально-осьової гідромаши-  
ни, що містить верхній і нижній ободи і закріплені  
між ними лопаті, кожна з яких з тильного боку зв'я-  
зана з нижнім ободом галтельним переходом по  
радіусу, що має змінну величину, котра плавно  
змінюється, яке **відрізняється** тим, що радіус гал-  
тельного переходу має змінну величину, котра  
плавно змінюється уздовж всієї тильної сторони  
лопаті, а в конкретній точці тильної сторони лопаті  
виконується залежно від положення точки щодо  
вихідної кромки лопаті по формулі:

$$r_i = \bar{r}_i \cdot \delta_{\text{макс}} \cdot \text{де}$$

$r_i$  - поточний радіус галтельного переходу по  
тильній стороні лопаті на  $l_i$ ;

$\bar{r}_i$  - відносний поточний радіус галтельного пере-  
ходу по тильній стороні лопаті на  $l_i$ ,

$$\bar{r}_i = 2 \cdot 10^{-11} \cdot \bar{l}_i^6 - 4 \cdot 10^{-9} \cdot \bar{l}_i^5 + 3 \cdot 10^{-7} \cdot \bar{l}_i^4 - 10^{-5} \cdot \bar{l}_i^3 + 10^{-4} \cdot \bar{l}_i^2 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot \bar{l}_i + 0,607,$$

$$\bar{l}_i = \frac{l_i}{L},$$

$\bar{l}_i$  - відносна поточна довжина галтельного пере-  
ходу по тильній стороні лопаті,

$l_i$  - поточна довжина галтельного переходу по  
тильній стороні лопаті щодо вихідної кромки,

$L$  - довжина галтельного переходу по тильній сто-  
роні лопаті;

$\delta_{\text{макс}}$  - максимальна товщина профілю лопаті в  
зоні сполучення з нижнім ободом робочого колеса.

Передбачуваний винахід стосується до гідро-  
машинобудування і може бути використаний при  
виготовленні робочих коліс радіально-осьових  
гідромашин.

Робоче колесо радіально-осьової гідромаши-  
ни містить верхній і нижній ободи і закріплені між ни-  
ми лопаті. При цьому на енергетичні і кавітаційні

характеристики робочого колеса великий вплив  
має характер сполучення лопатей з нижнім обо-  
дом [1]. У зоні сполучення лопаті з нижнім ободом  
на тильній стороні лопаті виникає розрідження, в  
області якої з'являється підвищена кавітаційна  
ерозія, що приводить до руйнування лопатей, що  
знижує надійність робочого колеса. З метою зни-

(13) C2

(11) 91131

(19) UA

ження інтенсивності кавітаційної ерозії в зоні розрідження з тильного боку лопаті застосовують різні засоби: встановлюють вставки або виконують галтельні переходи.

Відомо робоче колесо радіально-осьової гідромашини [2], що містить маточину (верхній обід) і обід (нижній обід) з розміщеними між ними лопатями, на тильній стороні яких в зоні сполучення з ободом закріплені вставки у вигляді похилих пластин, встановлених з прогином, що має максимальне значення в центральній частині пластини і мінімальне у її кінцях. При цьому лопаті сполучені з маточиною і ободом за допомогою зварювання (не показано), а вставки встановлені в зоні вхідних кромок лопатей.

Недоліками відомого робочого колеса є:

- недостатність установки вставок в зоні вхідних кромок лопатей для зменшення кавітаційної ерозії в зоні сполучення лопатей по тильній стороні з нижнім ободом, що приводить до ерозійних руйнувань робочого колеса і, відповідно, до невисокої надійності робочого колеса;

- нетехнологічність установки на тильній стороні лопатей вставок, що приводить до додаткових витрат на їх виготовлення і установку і, як наслідок, до підвищення трудомісткості виготовлення робочого колеса в цілому.

Відомо також робоче колесо радіально-осьової гідромашини [3], що містить лопаті, які сполучені з верхнім і нижнім ободами галтельними переходами. При цьому на тильній стороні лопатей з боку вихідних кромок в зоні галтельних переходів виконані потовщення, що мають довжину і максимальну ширину по вихідній кромці, котрі складають, відповідно, 0,05-0,12 і 0,06-0,15 від діаметру робочого колеса, а максимальна товщина вихідної кромки лопаті в зоні галтельних переходів складає 2-4 товщини вихідної кромки в середній частині лопаті.

Недоліками відомого робочого колеса є:

- неефективність потовщення лопатей з боку вихідних кромок для зниження кавітаційної ерозії, що приводить до ерозійних руйнувань робочого колеса і, відповідно, до невисокої надійності робочого колеса;

- погіршення гідродинаміки потоку в зоні потовщень лопатей з боку вихідних кромок, що призводить до зниження енергетичних якостей робочого колеса.

Найбільш близьким з виявлених аналогів до передбачуваного винаходу є робоче колесо радіально-осьової гідромашини [4], що містить лопаті,

кожна з яких з опуклого (тильного) боку зв'язана з нижнім ободом галтельним переходом по радіусу. При цьому радіус галтельного переходу на вхідній і вихідній ділянках лопаті складає, відповідно, 0,009-0,012 і 0,005-0,006 від діаметру робочого колеса, а на середній ділянці має змінну величину, що плавно змінюється, причому вхідна і середня ділянки мають рівну довжину, що становить 0,16 від довжини лопаті.

Недоліками відомого робочого колеса є:

- недостатність ділянки галтельного переходу із змінною величиною радіусу, що плавно змінюється.

- невизначеність величини радіусу галтельного переходу в конкретній точці на ділянці із величиною радіусу, що плавно змінюється.

- недостатність зниження рівня кавітаційної ерозії, що приводить до недостатньої надійності робочого колеса.

У основу передбачуваного винаходу поставлено завдання - створити таке робоче колесо радіально-осьової гідромашини, нове виконання якого шляхом формування галтельного переходу на тильній стороні лопаті дозволило б поліпшити формування потоку води на тильній стороні лопаті, понизити інтенсивність кавітаційної ерозії, тим самим підвищити надійність робочого колеса.

Робоче колесо радіально-осьової гідромашини, що заявляється, характеризується тим, що містить верхній і нижній ободи і закріплені між ними лопаті, кожна з яких з тильного боку зв'язана з нижнім ободом галтельним переходом по радіусу, що має змінну величину, яка плавно змінюється.

При цьому відмітні ознаки передбачуваного винаходу в порівнянні з прототипом є:

- виконання галтельного переходу по радіусу, що має змінну величину, яка плавно змінюється уздовж всієї тильної сторони лопаті;

- виконання радіусу галтельного переходу в конкретній точці тильної сторони лопаті залежно від положення точки щодо вихідної кромки лопаті по формулі:

$$r_i = \bar{r}_i \cdot \delta_{\max}, \text{ де}$$

$r_i$  - поточний радіус галтельного переходу по тильній стороні лопаті на  $l_i$ ;

$\bar{r}_i$  - відносний поточний радіус галтельного переходу по тильній стороні лопаті на  $l_i$

$$\bar{r}_i = 2 \cdot 10^{-11} \cdot \bar{l}_i^6 - 4 \cdot 10^{-9} \cdot \bar{l}_i^5 + 3 \cdot 10^{-7} \cdot \bar{l}_i^4 - 10^{-5} \cdot \bar{l}_i^3 + 10^{-4} \cdot \bar{l}_i^2 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot \bar{l}_i + 0,607$$

$$\bar{l}_i = \frac{l_i}{L}$$

$\bar{l}_i$  - відносна поточна довжина галтельного переходу по тильній стороні лопаті

$l_i$  - поточна довжина галтельного переходу по тильній стороні лопаті щодо вихідної кромки

$L$  - довжина галтельного переходу по тильній стороні лопаті;

$\delta_{\max}$  - максимальна товщина профілю лопаті в зоні сполучення з нижнім ободом робочого колеса.

Виконання робочого колеса по обмежувальних ознаках дозволяє отримати робоче колесо радіально-осьової гідромашини з певними кавітаційними характеристиками.

Виконання галтельного переходу по радіусу, що має змінну величину, яка плавно змінюється

уздовж всій тильній стороні лопаті, дозволяє поліпшити формування потоку води на тильній стороні лопаті, понизити інтенсивність кавітаційної ерозії і тим самим підвищити надійність робочого колеса.

Виконання радіусу галтельного переходу в конкретній точці тильної сторони лопаті залежно від положення точки щодо вихідної кромки лопаті по формулі  $r_i = \bar{r}_i \cdot \delta_{\max}$  дозволяє виконати змінну величину радіусу галтельного переходу, що плавно змінюється по всій тильній стороні лопаті.

В цілому, сукупність суттєвих ознак дозволяє досягти технічний результат - отримати робоче колесо радіально-осьової гідромашини, нове виконання якого дозволяє поліпшити формування потоку води на тильній стороні лопаті, понизити інтенсивність кавітаційної ерозії в зоні сполучення лопатей з нижнім ободом і тим самим підвищити надійність робочого колеса.

Передбачуваний винахід ілюструється кресленнями, на яких показано:

Фіг.1 - робоче колесо радіально-осьової гідромашини в ізометричному виконанні;

Фіг.2 - зона сполучення лопаті з нижнім ободом (вузол А на Фіг.1);

Фіг.3 - перетин по галтельному переходу в поточній точці (Б-Б на Фіг.2);

Фіг.4 - перетин профілю лопаті в зоні сполучення з нижнім ободом (В-В на Фіг.2); де:

(див. Фіг.2)  $L$  - довжина галтельного переходу по тильній стороні лопаті,  $l_i$  - поточна довжина галтельного переходу по тильній стороні лопаті;

(див. Фіг.3)  $r_i$  - поточний радіус галтельного переходу по тильній стороні лопаті на  $l_i$ ;

(див. Фіг.4)  $\delta_{\max}$  - максимальна товщина профілю лопаті в зоні сполучення з нижнім ободом робочого колеса.

Робоче колесо містить (див. Фіг.1 і 2) верхній 1 і нижній 2 ободи і закріплені між ними лопаті 3, з вхідною 4 і вихідною 5 кромками, на тильній сто-

роні 6 яких в зоні сполучення з нижнім ободом 2 виконаний галтельний перехід 7 з радіусом  $r_i$  (див. Фіг.2 і 3), що має змінну величину, яка плавно змінюється від вихідної кромки 5 уздовж всієї тильної сторони 6 лопатей 3 і співвідносна максимальній товщині лопаті 3 в зоні сполучення 7 (див. Фіг.4).

Галтельний перехід виконується таким чином.

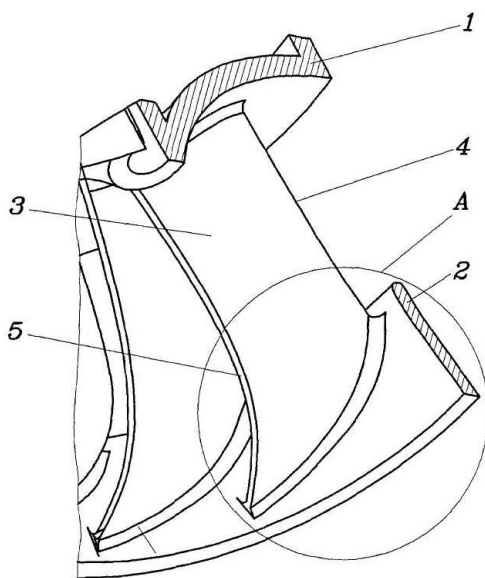
У процесі зварювання робочого колеса в зоні сполучення лопаті і нижнього обода по тильній стороні лопаті виконується зварний шов з урахуванням параметрів галтельного переходу і потім галтельний перехід формується з виконанням розрахункових радіусів.

Робоче колесо радіально-осьової гідромашини працює таким чином.

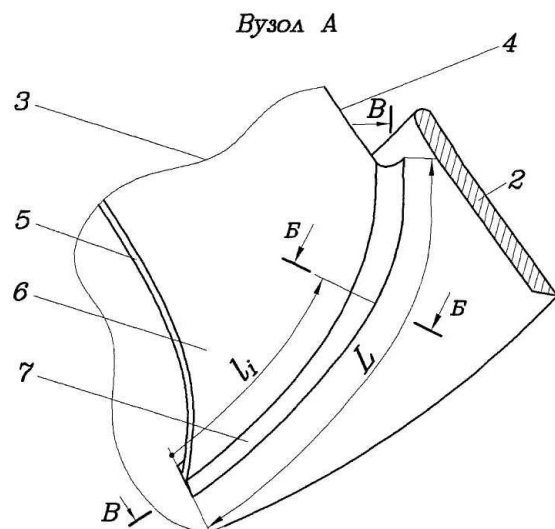
Потік води із спіральної камери гідромашини потрапляє на вхідні кромки 4 лопатевої системи робочого колеса, обтікає лопаті 3, виходить з вихідних кромок 5 лопатей 3 і приводить робоче колесо в обертальний рух. У зоні сполучення лопатей 3 з нижнім ободом 2 виконані на тильній стороні 6 лопатей 3 галтельні переходи 7 з радіусом, що визначений формулою, зменшують величину максимального розрідження і тим самим знижують інтенсивність кавітаційної ерозії і, відповідно, ерозійні руйнування робочого колеса.

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. Рабочее колесо радиально-осевой гидромашин. А. с. СССР №767388, МПК F03B3/12, опубл. 1980, Бюл. №36.
3. Рабочее колесо радиально-осевой гидромашин. А. с. СССР №798343, МПК F03B3/02, опубл. 1981, Бюл. №3.
4. Рабочее колесо радиально-осевой гидромашин. А. с. СССР №1028869, МПК F03B3/12, опубл. 1983, Бюл. №26.



Фіг.1



Фіг.2

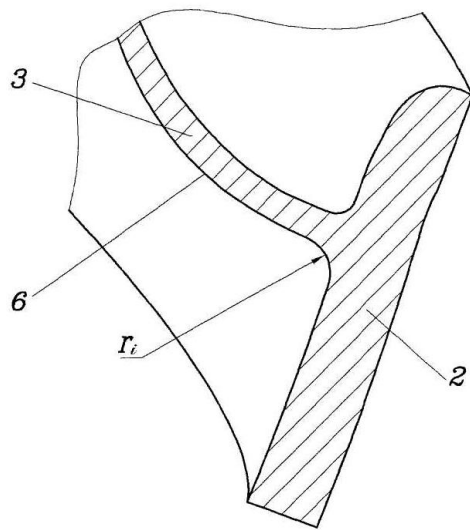
*B-B*

Fig. 3

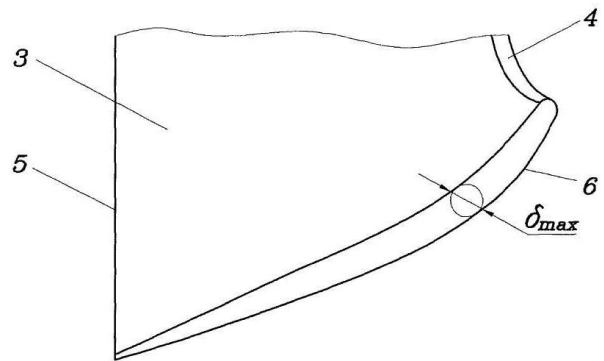
*B-B*

Fig. 4