



УКРАЇНА

(19) UA (11) 20609 (13) U  
(51) МПК (2006)  
F03D 3/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ГІДРОВІТРОКОЛЕСО З ОРІЄНТАЦІЙНО-ЗМІННОЮ ВІТРИЛЬНІСТЮ

1

2

(21) 2003087863

(22) 20.08.2003

(24) 15.02.2007

(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.

(72) Грабар Іван Григорович, Рісич Анатолій Вячеславович

(73) Грабар Іван Григорович, Рісич Анатолій Вячеславович

(57) Гідровітроколесо з орієнтаційно-змінною вітрильністю, що містить корпус (1), закріплений в ньому вал (4) з вертикальною віссю обертання, верхню (2) та нижню (3) траверси, розташовані одна над одною, першу (5) та другу (6) лопаті-вітрила, кожна з яких прикріплена до верхньої тра-

верси (2), причому нижні краї першої (5) та другої (6) лопатей-вітрил розташовані по різні боки нижньої траверси (3), яке відрізняється тим, що на валу (4) закріплені N секцій, кожна з яких складена з розташованих одна над одною верхньої (2) та нижньої (3) траверс, першої (5) та другої (6) лопатей-вітрил, що жорстко прикріплені до верхньої траверси (2), яку виконано з можливістю зворотного обертального руху навколо власної осі, причому нижні краї першої (5) та другої (6) лопатей-вітрил розташовані по різні боки нижньої траверси (3), а площини першої (5) та другої (6) лопатей-вітрил розташовані під кутом.

Корисна модель належить до галузі гідровітроенергетики, зокрема, до класу ортогональних пристроїв перетворення енергії потоку газу чи рідини в енергію обертального руху.

Найбільш близьким за технічною суттю до корисної моделі є гідро-вітроколесо з орієнтаційно-змінною вітрильністю (російською мовою - парусністю), що обрано як прототип корисної моделі [1].

Прототип, як і пристрій-корисна модель, містить корпус, закріплений в ньому вал з вертикальною віссю обертання, верхню та нижню траверси, розташовані одна над одною, першу та другу лопаті-вітрила, кожна з яких прикріплена до верхньої траверси, причому нижні краї першої та другої лопатей-вітрил розташовані по різні боки нижньої траверси.

Проте, на відміну від пристрою-корисною моделлю, в прототипі лопаті-вітрила прикріплені до верхньої траверси рухомо. Тому на лопаті-вітрило, що знаходиться у неробочій зоні, діють та урівноважують одна одну сила тяжіння та сила, створена тиском потоку. В результаті ця лопаті-вітрило відхиляється на деякий кут від вертикалі, створюючи гідро-аеродинамічний опір, що зменшує величину обертального моменту на валу, а отже зменшує і коефіцієнт корисної дії (ККД) прототипу.

Крім того, в прототипі не було використано секційну структуру, що зменшує технологічність конструкції.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення гідро-вітроколеса з орієнтаційно-змінною вітрильністю шляхом закріплення на валу N секцій, кожна з яких складена з розташованих одна над одною верхньої та нижньої траверс, першої та другої лопатей-вітрил, що жорстко прикріплені до верхньої траверси, яку виконано з можливістю зворотного-обертального руху навколо власної осі, причому нижні краї першої та другої лопатей-вітрил розташовані по різні боки нижньої траверси, а площини першої та другої лопатей-вітрил розташовані під кутом, що забезпечить збільшення величини ККД пристрою-корисної моделі та його технологічності.

Як відомо [2], сила, створена тиском потоку на лопаті-вітрило, визначається за формулою:

$$p = qS \cos \gamma, (1)$$

де: p - сила, створена тиском потоку, що діє на лопаті-вітрило;

q - питомий тиск, який визначає величину тиску на одиницю площі, причому

$$q = \frac{\rho V^2}{2},$$

(13) U  
(11) 20609  
(19) UA

де  $\rho$  - густина потоку,  $V$  - швидкість потоку;  $S$  - площа лопаті-вітрила;  $\gamma$  - кут між площиною лопаті-вітрила та вертикальною віссю.

З формули (1) видно, що при дії потоку максимальний тиск створюється у випадку, коли площина лопаті-вітрила перпендикулярна до напрямку дії потоку ( $\cos 0^\circ = 1$ ), а мінімальний тиск створюється, коли площина лопаті-вітрила паралельна до напрямку дії потоку ( $\cos 90^\circ = 0$ ).

Для створення максимального обертального моменту на валу, а отже, і збільшення ККД пристрою-корисної моделі, потрібно створити максимальну різницю дії потоку у робочій зоні (де лопать-вітрило виконує додатну роботу) і неробочій зоні (де лопать-вітрило виконує від'ємну роботу). Для цього у робочій зоні лопать-вітрило потрібно розташувати перпендикулярно до напрямку дії потоку і, одночасно, у неробочій зоні лопать-вітрило потрібно розташувати паралельно до напрямку дії потоку [3].

Саме для виконання цієї умови і введено в кожній секції пристрою-корисної моделі жорсткий зв'язок першої та другої лопатей-вітрил з верхньою траверсою, яку виконано з можливістю зворотно-обертального руху навколо власної осі, та кут між площинами першої та другої лопатей-вітрил.

Завдяки тому, що перша та друга лопаті-вітрила жорстко прикріплені до верхньої траверси, яку виконано з можливістю зворотно-обертального руху навколо власної осі, при дії потоку відбувається компенсація обертального моменту навколо горизонтальної осі верхньої траверси, викликаного вагою тієї лопаті-вітрила, що знаходиться у неробочій зоні.

А введення кута між площинами першої та другої лопатей-вітрил дозволяє встановити лопать-вітрило, що знаходиться у неробочій зоні, у таке положення, яке приведе до зменшення її гідро-аеродинамічного опору дії потоку. При значенні кута між площинами першої та другої лопатей-вітрил, що дорівнює  $90^\circ$ , гідро-аеродинамічний опір лопаті-вітрила у неробочій зоні буде мінімальним, а ККД пристрою-корисної моделі - максимальним.

Крім того, введення секційної структури збільшує технологічність пристрою-корисної моделі, оскільки спрощує його встановлення та налагодку.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями. Перелік креслень:

Фіг.1. Загальний вигляд пристрою у просторі.

Фіг.2. Схема сил та моментів при дії потоку.

Гідро-вітроколесо з орієнтаційно-змінною вітрильністю містить корпус 1, в якому закріплений вал 4, що має вертикальну вісь обертання. На валу 4 закріплені  $N$  секцій, кожна з яких складена з верхньої траверси 2, нижньої траверси 3, першої лопаті-вітрила 5, другої лопаті-вітрила 6. В кожній секції верхня траверса 2 та нижня траверса 3 розташовані одна над одною, а перша лопать-вітрило 5 та друга лопать-вітрило 6 жорстко прикріплені до верхньої траверси 2, яку виконано з можливістю зворотно-обертального руху навколо власної осі. При цьому нижні краї першої лопаті-вітрила 5 та другої лопаті-вітрила 6 розташовані по різні боки

нижньої траверси 3, а площини першої лопаті-вітрила 5 та другої лопаті-вітрила 6 розташовані під кутом.

Гідро-вітроколесо з орієнтаційно-змінною вітрильністю працює таким чином.

Розглянемо випадок, коли кількість секцій  $N=1$ , а кут між площинами першої лопаті-вітрила 5 та другої лопаті-вітрила 6 складає  $\varphi=90^\circ$ .

Припустимо, що в даний момент в робочій зоні знаходиться перша лопать-вітрило 5, а в неробочій зоні - друга лопать-вітрило 6 (Фіг.1).

При відсутності дії потоку перша лопать-вітрило 5 та друга лопать-вітрило 6 знаходяться в рівновазі, а їх площини утворюють з вертикаллю кут  $\varphi/2$ .

Коли потік починає діяти, на верхній траверсі 2 з'являється обертальний момент  $M_x$  навколо осі ОХ (Фіг.2). Визначимо його величину за формулою [2]:

$$M_x = mg \frac{b}{2} \sin \alpha - mg \frac{b}{2} \cos \beta + p_1 \frac{b}{2} \cos^2 \alpha + p_2 \frac{b}{2} \sin^2 \beta, \quad (2)$$

де:  $M_x$  - обертальний момент навколо осі ОХ;

$mg$  - вага кожної лопаті-вітрила;

$\frac{b}{2}$  - плече дії тиску потоку;

$\alpha$  - кут між площиною першої лопаті-вітрила 5 і віссю ОZ;

$\beta$  - кут між площиною другої лопаті-вітрила 6 у робочій зоні та перпендикуляром до осі ОZ, причому  $\beta = 90^\circ - \alpha$ ;

$p_1$  та  $p_2$  - тиск на першу лопать-вітрило 5 та другу лопать-вітрило 6 відповідно.

Обертальний момент  $M_x$  навколо осі ОХ призводить до обертання верхньої траверси 2 навколо власної осі. Від'ємний чинник  $mg \frac{b}{2} \cos \beta$  у обертальному моменті  $M_x$  навколо осі ОХ, створений вагою другої лопаті-вітрила 6 у неробочій зоні, компенсується сумою обертальних моментів

$mg \frac{b}{2} \cos \beta + p_1 \frac{b}{2} \cos^2 \alpha + p_2 \frac{b}{2} \sin^2 \beta$ , в якій перші два доданки викликані дією потоку на першу лопать-вітрило 5 та другу лопать-вітрило 6 відповідно, а третій - створений вагою першої лопаті-вітрила 5.

При дії потоку відбувається зменшення кута  $\alpha$  між площиною першої лопаті-вітрила 5 у робочій зоні та віссю ОZ і збільшення кута  $\beta$  між площиною другої лопаті-вітрила 6 у неробочій зоні та перпендикуляром до осі ОZ. Дія потоку призводить до того, що перша лопать-вітрило 5 у робочій зоні упирається в нижню траверсу 3, створюючи максимальний гідро-аеродинамічний опір дії потоку.

В той же час, завдяки жорсткому зв'язку лопатей-вітрил з верхньою траверсою 2, друга лопать-вітрило 6 знаходиться у неробочій зоні і дія потоку на неї відсутня.

Таким чином, різниця дії потоку на першу лопать-вітрило 5 у робочій зоні та на другу лопать-вітрило 6 у неробочій зоні призводить до появи

обертального моменту  $M_z$  навколо вертикальної осі  $OZ$ . Коли кут  $\alpha = 0^\circ$ , а кут  $\beta = 90^\circ$ , то  $M_z$  досягає максимального значення.

При подальшому обертанні навколо осі  $OZ$  перша лопать-вітрило 5 та друга лопать-вітрило 6 по чергово змінюють своє положення у робочій та неробочій зонах.

Коли дія потоку на лопаті-вітрила зникає, вони знов повертаються у вихідне положення за рахунок сил тяжіння.

Кут між площинами першої лопаті-вітрила 5 та другої лопаті-вітрила 6 впливає на різницю гідроаеродинамічного тиску на їх площини. При наближенні цього кута до  $0^\circ$  чи до  $180^\circ$  ця різниця тиску зменшується до нуля, отже, і обертальний момент  $M_z$  в таких випадках також зменшується до нуля.

У випадку, коли на валу 4 розташовано декілька секцій ( $N > 1$ ), площини яких не паралельні, в заданий момент часу всі вони будуть знаходитись

в різних положеннях відносно напрямку дії потоку. При цьому сумарний обертальний момент на валу 4 дорівнюватиме сумі обертальних моментів  $M_z$ , створених кожною секцією навколо вертикальної осі  $OZ$ .

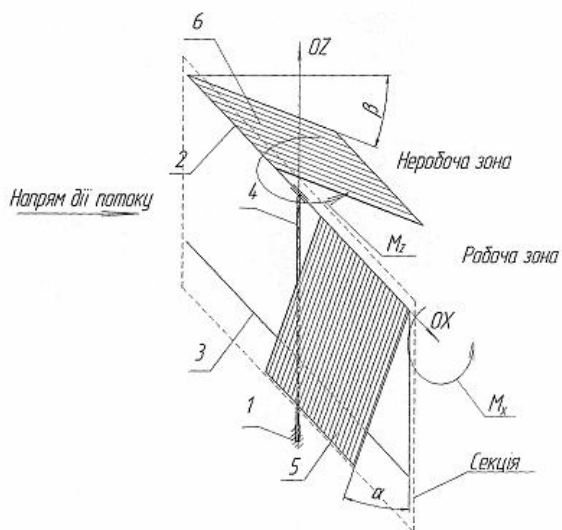
Виготовлено діючу модель гідро-вітроколеса з орієнтаційно-змінною вітрильністю.

Література:

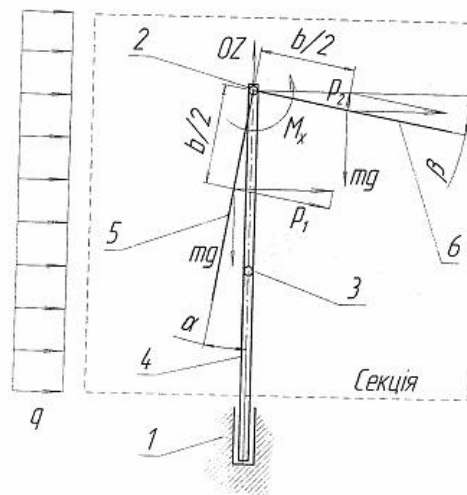
1. Патент України 17545А, F03D3/00. Гідро-вітроколесо з орієнтаційно-змінною парусністю / І.Г. Грабар. - №94053232; Заявл. 05.05.94; Надрок. 31.10.97, Бюл. №5.

2. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. - 3-е изд., испр. - М.: Наука, 1990. - 624с.

3. Яхно О.М., Таурит Т.Г., Грабар И.Г. Ветроэнергетика: конструирование и расчет ВЭУ: Учебное пособие. - Житомир: ЖГТУ, 2002. - 255с.



Фиг. 1



Фиг. 2