



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93184 (13) C2

(51) МПК

F03B 3/04 (2006.01)

F03B 13/10 (2006.01)

F03B 13/12 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ГІДРОТУРБІНА КУДАРЕВКА

1

2

(21) а200613986

(22) 28.12.2006

(24) 25.01.2011

(46) 25.01.2011, Бюл. № 2, 2011 р.

(72) КУДАРЕВКО МИРОН ВОЛОДИМИРОВИЧ,  
КУДАРЕВКО БОГДАН МИРОНОВИЧ, ОМЕЛЬЧЕН-  
КО ВОЛОДИМИР АНДРІЙОВИЧ(73) КУДАРЕВКО МИРОН ВОЛОДИМИРОВИЧ,  
КУДАРЕВКО БОГДАН МИРОНОВИЧ, ОМЕЛЬЧЕН-  
КО ВОЛОДИМИР АНДРІЙОВИЧ

(56) UA 59956, 15.05.2006

UA 20260, 27.02.1998

SU 1642054, 15.04.1991

RU 2139972, 20.10.1999

RU 2088724, 27.08.1997

RU 2061185, 27.05.1996

US 4717832, 05.01.1988

WO 8000473, 20.03.1980

WO 9413957, 23.06.1994

(57) 1. Гідротурбіна, що містить робоче колесо з валом, встановленим на підшипниках у співвісно-му з ним прямооточному корпусі, і напрямний апа-

рат у вигляді під'єднаної до корпусу труби з розтрубом на вхідному кінці, причому напрямний апарат на внутрішніх поверхнях розтрубу і труби має сформовані по гвинтових лініях ребра, які утворюють у розтрубі багатозахідну конусоподібну спіраль, що переходить у трубі в багатозахідну циліндричну спіраль, а робоче колесо виконано у вигляді аналогічної за формою, але протилежно закрученої спіралі, встановленої на валу співвісно з ним, яка відрізняється тим, що робоче колесо оснащено гідродифлектором у вигляді конусоподібної напрямної, розташованої співвісно на валу робочого колеса конусом назустріч водотоку.

2. Гідротурбіна за п. 1, яка відрізняється тим, що гідродиффлектор розташований всередині спіралі робочого колеса з можливістю позовжнього регулювання його положення відносно цієї спіралі.

3. Гідротурбіна за п. 1, яка відрізняється тим, що гідродиффлектор розташований в напрямному апараті і закріплений на передньому кінці вала робочого колеса.

Винахід відноситься до галузі гідроенергетики і може бути використаний при спорудженні малих руслових гідроелектростанцій, в тому числі плавучих.

Відома гідротурбіна (ГТ), що містить робоче колесо (РК) пропелерного типу і охоплюючий його прямопроточний корпус, в якому РК встановлено співвісно на підшипниках. ГТ занурюють у річку на глибину нижче рівня води в ній. Протікаюча через РК вода обертає його з певною швидкістю, що дозволяє виробляти електроенергію [1]

Недоліком такої ГТ є мала потужність її. Для збільшення потужності доводиться робити РК великим за діаметром, що не дає можливості використовувати цю турбіну при спорудженні руслових гідроелектростанцій на неглибоких річках. Крім того, при збільшенні діаметральних розмірів ГТ суттєво зростає матеріаломісткість її та гідроелектростанції в цілому.

Відома ГТ, яку використовують у складі малої

плавучої гідроелектростанції [2]. Вона містить РК пропелерного типу, встановлене у корпусі на підшипниках, проточну частину (направний апарат) у вигляді труби з вхідним розтрубом (конфузором) і випускний трубопровід, площа поперечного перерізу якого поступово збільшується в напрямку водотоку (диффузор).

В цій ГТ завдяки розтрубу-конфузору на проточній частині і дифузійній формі кінцевої частини випускного трубопроводу забезпечується більший розхід води через РК, внаслідок чого зростає швидкість, а отже, і потужність потоку, що протікає через РК, і вкешті, корисна потужність турбіни. Проте, ці технічні заходи при використанні такої ГТ у руслах з повільною течією води не дають бажаного ефекту. Це обумовлено тим, що поступально (лінійно) протікаюча через РК вода віддає йому невелику частину своєї кінетичної енергії, а конфузори-дифузори система ГТ при повільному русі води не створює достатнього швидкісного напору

(13) C2

(11) 93184

(19) UA

перед колесом. Тому в місті розташування ГТ встановлюють водопідпірну споруду (ВПС) для утворення високошвидкісного потоку води та використовують дифузор багатопелюсткової форми, який за рахунок ежекції відпрацьованого потоку води збільшує надходження (розхід) води з НА у РК. Проте, це надто ускладнює виготовлення ГТ і спрудження гідроелектростанції. Крім того, гідроелектростанція стає "прив'язаною" до місця її розташування, де створюють ВПС. Це не дає можливості пересунути її при необхідності навіть на декілька метрів в тому ж руслі без створення нової ВПС.

Найбільш близьким аналогом гідротурбіни, що заявляється, вибраним як прототип, є відома гідротурбіна [3], що складається з РК з валом, встановленим на підшипниках у співвісному з ним прямопроточному корпусі, і НА у вигляді під'єднаної до корпусу РК труби з розтрубом (конфузором) на вході. НА на внутрішніх поверхнях розтрубу і труби має сформовані по гвинтових лініях ребра, які утворюють у розтрубі багатозахідну конусоподібну спіраль, що переходить у трубі в багатозахідну циліндричну спіраль. РК виконано у вигляді аналогічної багатозахідної, але протилежно закрученої спіралі, встановленої на валу співвісно з ним, причому підшипники вала встановлені у проточних фланцях.

Спільними суттєвими ознаками відомої гідротурбіни та гідротурбіни, що заявляється, є: РК з валом, встановленим на підшипниках у співвісному з ним прямопроточному корпусі; напрямний апарат (НА) у вигляді під'єднаної до корпусу РК труби з розтрубом (конфузором) на вході; НА на внутрішніх поверхнях розтрубу і труби має сформовані по гвинтових лініях ребра, які утворюють у розтрубі багатозахідну конусоподібну спіраль, що переходить у трубі в багатозахідну циліндричну спіраль; РК виконано у вигляді аналогічної багатозахідної, але протилежно закрученої, спіралі, встановленої на валу співвісно з ним.

У наведеному прототипі спіралеподібні ребра НА перетворюють поступальний (прямолінійний) рух води в обертово-вихровий, тобто в НА утворюється водоворот, внаслідок чого в центральній частині НА і, особливо, на виході з нього різко зменшується тиск. Це призводить до втягування в НА через розтруб (конфузор) додатково значної кількості води, завдяки чому зростає розхід води, протікаючої через РК, що забезпечує збільшення потужності ГТ. При цьому, оскільки РК сформоване відповідно до створеного обертово-вихрового руху води (у вигляді протилежно закрученої багатозахідної спіралі), то активна дія потоків на нього за рахунок цього підсилюється. Збільшення ж в цілому розходу води через РК такої форми при створеному русі потоків забезпечує суттєве зростання і реактивної складової обертання РК. Разом зазначені фактори обумовлюють збільшення потужності ГТ навіть при повільній течії води в руслі, а також збільшення к.к.д. гідротурбіни у порівнянні з наведеними вище аналогами.

Недоліком прототипу є те, що в ньому недостатньо використовується кінетична енергія центральної частини (ядра) завихреного потоку

води, протікаючого через НА і РК. Крім того, внаслідок значного падіння тиску в ядрі потоку відбувається перетікання закручених периферійних струменів з кінцевих частин спіралі НА в центральну зону (ядро) потоку. Тому активна дія цих струменів на ребра спіралі РК зменшується, що в свою чергу зменшує потужність ГТ та її к.к.д.

Для усунення зазначених вище недоліків прототипу ребра спіралі РК можна зробити широкими у радіальному напрямку і таким чином задіяти більшу частину або все поперечне січення водотоку. Але це призведе до суттєвого збільшення гідравлічного опору РК, оскільки при цьому сумарна (подвійна) площа поверхонь ребер значно зростає. Крім того, активна дія перетікаючих до ядра завихрених струменів і особливо самого ядра потоку при такому виконанні РК відбуватиметься в основному на малому радіусі, внаслідок чого ефективність цієї дії буде пониженою.

Другою відомою альтернативою цьому є виконання РК у вигляді багатозахідної конусоподібної спіралі (у формі зрізаного конуса), примикаючої до спіралей (ребер) НА стороною з більшим діаметром, як це запропоновано у варіанті конструктивного виконання відомої ГТ [3]. Така форма РК забезпечує відбір енергії від потоків майже по всьому нормальному перерізу труби НА, крім центральної частини його. Проте, перетікання периферійних струменів з каналів між ребер НА до ядра потоку на виході з НА при цьому не усувається. Отже, їх активна дія і в цьому варіанті відбувається переважно на меншому радіусі РК. Крім того, залишається частково незадіяним ядро водовороту з інтенсивним обертовим рухом води.

В основу винаходу поставлена задача підвищення потужності і к.к.д. відомої гідротурбіни шляхом більш повного використання кінетичної енергії центральної частини водотоку в НА турбіни та зменшення перетікання периферійних потоків до центральної частини водотоку.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомій гідротурбіні, яка складається з робочого колеса (РК) з валом, встановленим на підшипниках у співвісному з ним прямопроточному корпусі, і напрямного апарата (НА) у вигляді під'єднаної до корпусу труби з розтрубом на вхідному кінці, причому НА на внутрішніх поверхнях розтрубу і труби має сформовані по гвинтових лініях ребра, які утворюють у розтрубі багатозахідну конусоподібну спіраль, що переходить у трубі в багатозахідну циліндричну спіраль, а РК виконано у вигляді аналогічної за формою, але протилежно закрученої спіралі, встановленої на валу співвісно з ним, згідно з винаходом РК оснащено гідродифлектором у вигляді конусоподібної напрямної, розташованої співвісно на валу РК конусом назустріч водотоку.

Гідродиффлектор розташований всередині спіралі РК з можливістю поздовжнього регулювання його положення відносно цієї спіралі.

В іншій конкретній формі виконання гідродиффлектор розташований в напрямному апараті на передньому кінці вала робочого колеса.

Оснащення у запропонованій ГТ робочого колеса гідродиффлектором (від лат. deflecto - відхиляю, відвожу) конусоподібної форми (в подальшо-

му скорочено - дефлектор) дає можливість закручені потоки води з центральної частини НА спрямувати в місці розташування дефлектора на периферію його, тобто до спіралі РК. Завдяки цьому їх дія на РК відбувається на більшому радіусі і тому стає більш ефективною. Крім того, застосування в ГТ такого пристрою забезпечує більш повне використання енергії центральної частини (ядра) водотоку і разом з тим не перешкоджає утворенню в НА водовороту, оскільки дефлектор має обтічну форму і обертається разом з РК в тому ж напрямку, що й водоворот. Тому в місці розташування дефлектора центрально-осьовий водоворот перетворюється у периферійно-кільцевий з незначними втратами енергії потоку. Водночас, внаслідок поступового зменшення прохідного (живого) січення в цьому місці поздовжня складова швидкості потоків зростає, а перетікання периферійних струменів з каналів між ребер НА в центральну частину його зменшується. Тому їх активна дія на РК також стає більш ефективною. В результаті збільшується як потужність гідротурбіни, так і її к.к.д. (відношення потужності турбіни до потужності водотоку в ній).

В інших конкретних формах виконання гідротурбіни, що заявляється, удосконалення спрямовані на підсилення активної або реактивної дії потоків на РК та забезпечення можливості підбору оптимального розташування гідродефлектора на валу РК в залежності від швидкості водотоку в турбіні та розмірів НА і РК.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де зображені:

на фіг. 1 - загальний вигляд гідротурбіни, поздовжній розріз;

на фіг. 2 - варіант конструктивного виконання гідротурбіни, загальний вигляд, поздовжній розріз.

Гідротурбіна (фіг. 1) складається з НА 1 у вигляді труби 2 з розтрубом 3 і РК 4, встановленого у циліндричному проточному корпусі 5 на валу 6 за допомогою кілець 7 з радіальними спицями та/або співвісного з валом решітчастого барабана 8 типу бильячного колеса. Вал 6 спирається на підшипники, розташовані у проточних фланцях 9 і 10 на вхідній і вихідній сторонах корпусу 5 відповідно. На внутрішніх поверхнях труби 2 і розтрубу 3 закріплені ребра, сформовані по гвинтових лініях. Вони розташовані рівномірно по периметрах цих поверхонь і утворюють у розтрубі 3 багатозахідну конусоподібну спіраль 11, що переходить у трубі 2 в багатозахідну циліндричну спіраль 12. РК виконано також у вигляді багатозахідної спіралі, що складається з ряду рівномірно розташованих по колу ребер-лопатей, закріплених на решітчастому барабані 8 по гвинтових лініях, протилежних за напрямком до гвинтових ліній НА. Всередині РК на його валу 6 встановлено гідродефлектор 13. Він має обтічну, наприклад конусоподібну, форму, причому обтічна (конічна) поверхня обернена назустріч водотоку. Положення дефлектора на валу 6 відносно спіралі РК регулюють шляхом пересування дефлектора по валу (у неробочому стані). У вибраному положенні дефлектор фіксують на валу 6 стопорним гвинтом 14 (зображений спрощено).

Гідротурбіну монтують горизонтально або під невеликим кутом до дна русла на плавучій плат-

формі, де її розташовують під поверхнею водотоку, тобто у повністю зануреному стані, або встановлюють на опорній конструкції на дні русла. Вал РК кінематично зв'язують з валом генератора електричного струму, який звичайно розташовують також на плавучій платформі, на містку при березі річки тощо.

Гідротурбіна працює таким чином.

Потік води, що надходить у НА, поступово закручується спіральними ребрами у розтрубі 3 та у трубі 2 і перетворюється з поступального в обертково-вихровий (віхоловий). Це призводить до падіння тиску в центральній (приосьовій) частині НА, внаслідок чого виникає всмоктуючий ефект, що збільшує надходження води в НА через розтруб 3. В результаті швидкісний напор води перед РК зростає. Завихрені потоки, виходячи з каналів між ребер НА 1, поступають на ребра-лопаті спіралі РК 4 і тут, на вході в РК, передають йому частину своєї кінетичної енергії. При цьому, внаслідок падіння тиску в центральній зоні НА, периферійні потоки частково перетікають у ядро водотоку. Але всередині РК їх "зустрічає" гідродефлектор 13, відхиляє своєю конічною поверхнею на периферію водотоку і знову "примушує" працювати на РК. Водночас, ядро водовороту, яке несе в собі також значний запас кінетичної енергії, перетворюється гідродефлектором з центрально-осьового у периферійно-кільцеве і діє на РК в зоні розташування його лопатей, тобто на великому радіусі, завдяки чому кінетична енергія ядра використовується більш ефективно. Оскільки при цьому живе січення водотоку поступово конічною поверхнею гідродефлектора зменшується, то швидкість потоків, а отже і швидкісний напор, в цьому місці додатково зростає, що з одного боку послаблює перетікання в НА периферійних струменів до ядра водотоку, а з другого - підсилює активну дію водотоку на РК. Потоки, що протікають через канали, утворені ребрами спіралі РК, створюють на виході з них реактивну дію. Оскільки активна і реактивна дії співпадають за напрямком, то вони сумуються на РК. Для підсилення активної дії потоків на РК гідродефлектор 13 пересувають на валу 6 і таким чином вибирають оптимальне співвідношення цих дій в залежності від швидкості водотоку в гідротурбіні, її розмірів, числа заходів і кутів закручування спіралей НА і РК, ширини їх ребер тощо. Отже, застосування в гідротурбіні такого пристрою робить її більш ефективною і разом з тим гнучкою при налагодженні, забезпечується можливість регулювання потужності ГТ.

Гідротурбіна на фіг. 2 складається з тих же функціональних елементів, що й описана вище, але в ній конусоподібний гідродефлектор 13 встановлений на передньому кінці валу 6 робочого колеса, тобто розташований в трубі 2 напрямного апарата. Це дає можливість виконати його більш видовженим, з більш гострим кутом при вершині конуса. За рахунок цього зменшується гідравлічний опір дефлектора і відбувається поступове перетворення водовороту з центрально-осьового у периферійно-кільцевий, що також зменшує втрати енергії потоків. При такому виконанні і розташуванні дефлектора зменшується активна дія пери-

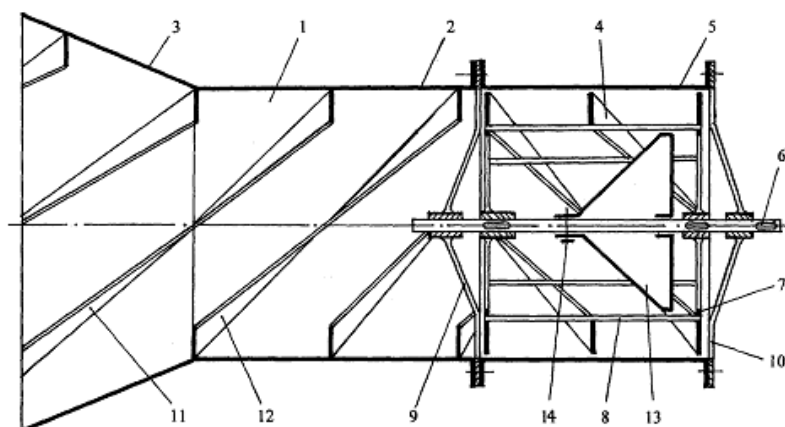
ферійних потоків на середню і задню частини РК, зате значно підсилюється ця дія на передню його частину. Крім того, гідрodefлeктор своєю обтічною поверхнею закриває вал 6, передній фланець 8 з підшипниками та переднє установочне кільце РК з маточиною. Тому ці елементи практично не чинять гідравлічного опору і не перешкоджають утворенню водовороту в ГТ. В цілому ж дана гідротурбіна працює аналогічно попередній. Її доцільно використовувати при надто повільній течії води у руслі, коли на передній план виступає мінімізація гідравлічних витрат, а в регулюванні потужності РК немає потреби.

Джерела інформації:

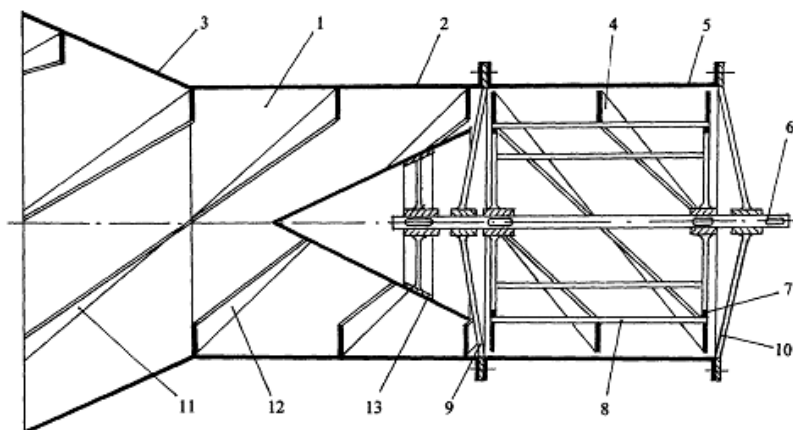
1. Гидротехнические установки малой и средней мощности. Справочное руководство. Под ред. Ф.Т. Марковского. Киев-М. ГНТИ машиностроительной литературы. 1962, с. 27.

2. Гидроэлектростанция и способ ее сооружения. Патент России по заявке № 95115316/13 от 31.08.1955, МПК 6 E02B 9/00. Номер публикации 2088724, вид документа C1, дата публикации 27.08.1997.

3. Гидротурбина М.В. Кударевка. Патент України № 59956, МПК 7 F03B 7/00, 2006.



Фиг. 1



Фиг. 2