



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 106602

(13) U

(51) МПК

F03B 13/12 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 11991

(22) Дата подання заявки: 03.12.2015

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: 25.04.2016

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: 25.04.2016, Бюл.№ 8

(72) Винахідник(и):

Нефедов Юрій Іванович (UA)

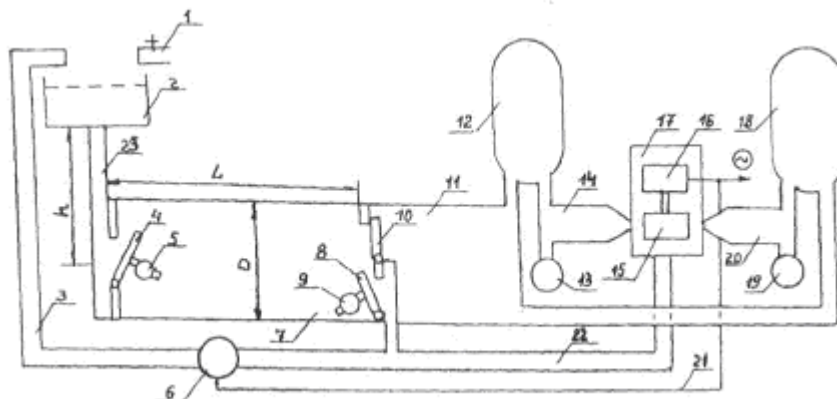
(73) Власник(и):

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ,
пр. Леніна, 14, м. Харків, 61166 (UA)

(54) ГІДРОУДАРНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ ПІДВИЩЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ

(57) Реферат:

Гідроударна електростанція підвищеної потужності містить водопровідну трубу з краном, напірний бак, напірний трубопровід, живильну трубу, зворотний, відбійний і нагнітальний клапани, які розташовані в живильній трубі, перший гідроаккумулятор, електронасос, гідрогенератор, який з'єднаний електричними провідниками з електронасосом і складається з гідротурбіни та електрогенератора, водовід, перший сопловий апарат гідротурбіни, перший манометр, трубу відводу відпрацьованої води, підвідну трубу. Додатково введено другий гідроаккумулятор, другий сопловий апарат гідротурбіни, другий манометр. Відбійний та нагнітальний клапани в живильній трубі не зв'язані між собою, а відбійний клапан має на центральній осі тягар.



UA 106602 U

Корисна модель належить до поновлювальних альтернативних джерел електричної енергії, яка виробляється безпосередньо за рахунок енергії гідравлічного удару (гідроудару) і відповідає потужностям, які використовуються для електропостачання побутових та промислових споруд.

Розроблена раніше електростанція з обертанням турбіни енергією гідравлічного удару [1] найбільш близька по сукупності ознак до корисної моделі, вибрана прототипом і має водопровідну трубу з краном, напірний бак, напірний трубопровід, живильну трубу, відбійний, нагнітальний і зворотний клапани, які розташовані в живильній трубі, причому відбійний та нагнітальний клапани зв'язані між собою жорсткою зв'язкою, гідроаккумулятор, манометр, електронасос, гідрогенератор, який з'єднаний електричними провідниками з електронасосом та складається з гідротурбіни і електрогенератора, водовід, сопловий апарат гідротурбіни, трубу відводу відпрацьованої води і підвідну трубу. Електростанція з обертанням турбіни енергією гідравлічного удару виробляє електроенергію за рахунок енергії гідроудару, що здійснюється в живильній трубі.

Недоліком прототипу є невелика потужність (500 кВт), обумовлена малими витратами води, яка використовується для обертання гідротурбіни. Ці витрати становлять $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$.

В основу корисної моделі поставлена задача, не зменшуючи максимального напору води ($\sim 1000 \text{ м}$), збільшити витрати води, щоб значно підвищити електричну потужність гідроударної електростанції.

Поставлена задача вирішується тим, що гідроударна електростанція підвищеної потужності (надалі іменована ГЕ) включає водопровідну трубу з краном, напірний бак, напірний трубопровід, живильну трубу, зворотний, відбійний і нагнітальний клапани, які розташовані в живильній трубі, перший гідроаккумулятор, електронасос, гідрогенератор, який з'єднаний електричними провідниками з електронасосом і складається з гідротурбіни і електрогенератора, водовід, перший сопловий апарат гідротурбіни, перший манометр, трубу відводу відпрацьованої води, підвідну трубу, згідно з корисною моделлю, введено другий гідроаккумулятор, другий сопловий апарат гідротурбіни, другий манометр, відбійний та нагнітальний клапани в живильній трубі не зв'язані між собою, а відбійний клапан має на центральній осі тягар.

Функціональна блок-схема ГЕ у повздовжньому розрізі зображена на кресленні.

На кресленні зображені: водопровідна труба з краном 1, напірний бак 2, напірний трубопровід 3, зворотний клапан 4, встановлений на нижній осі так, що може вільно повертатися на ній, зачиняючи або відчиняючи прохід води, а на центральній осі зворотного клапана 4 встановлений тягар 5, який можна переміщувати й кріпити в будь-якому місці центральної осі, електронасос 6, живильна труба 7 довжиною L і діаметром D , відбійний клапан 8, на центральній осі якого встановлений тягар 9, який можна переміщувати й кріпити в будь-якому місці цієї осі, а сам відбійний клапан 8 може вільно повертатися на нижній осі, з'єднаний з нижнім краєм живильної труби 7, нагнітальний клапан 10 теж може вільно повертатися відносно нижньої осі, яка кріпиться до водоводу 11, перший 12 та другий 18 гідроаккумулятори, перший 14 та другий 20 соплові апарати гідротурбіни, гідрогенератор 17, що складається з електрогенератора 16 і гідротурбіни 15, перший 13 та другий 19 манометри, труба відводу відпрацьованої води 22, підвідна труба 23, електропровідники 21.

Розглянемо послідовно роботу корисної моделі. До заповнення ГЕ водою зворотний клапан 4 та відбійний клапан 8 відкриті, а нагнітальний клапан 10 закритий. Крізь відчинений кран 1 вода наповнює напірний бак 2, тече крізь підвідну трубу 23, зворотний клапан 4, живильну трубу 7, проходить крізь відчинений відбійний клапан 8 в трубу відводу відпрацьованої води 22. Висота підвідної труби 23 $h=1 \text{ м}$ утворює реальну початкову швидкість потоку води в живильній трубі 7 $v=1 \text{ м/с}$ [1, 2]. Після заповнення напірного бака 2 кран 1 зачиняється.

Проходження потоку крізь вузький переріз відбійного клапана 8 гальмує потік в живильній трубі 7, що приводить до зачинення відбійного клапана 8 і гідроудару. Підвищення тиску після гідроудару, як відомо [1, 2], визначається формулою Жуковського і становить $13,5 \times 10^5 \text{ Па}$ або приблизно 13,5 атм. Такий початковий тиск матиме фронт першої ударної хвилі, який, рухаючись з великою швидкістю $C=1350 \text{ м/с}$, у зворотному напрямі закриє зворотний клапан 4 [1, 2]. Підвищення тиску після гідроудару відкриє нагнітальний клапан 10, крізь який вода почне швидко заповнювати водовід 11 і рідинні камери (на кресленні не зображені) першого 12 і другого 18 гідроаккумуляторів. Початковий тиск газу в газових камерах (на кресленні не зображені) гідроаккумуляторів 12 і 18 становить приблизно 75 атм, що значно перевищує тиск фронту першої ударної хвилі. Тому пружні мембрани (на кресленні не зображені) першого 12 і другого 18 гідроаккумуляторів під високим тиском газу прогнуться й перекриють вихід води з вихідного (правого) отвору першого гідроаккумулятора 12 в перший 14 сопловий апарат гідротурбіни, а з вихідного (лівого) отвору другого гідроаккумулятора 18 - в другий 20 сопловий

апарат гідротурбіни [3]. Це приведе до підвищення тиску в водоводі 11 й закриття нагнітального клапана 10.

Об'єм водоводу 11 разом з рідинними камерами першого 12 і другого 18 гідроаккумуляторів повинен приблизно у два рази перевищувати об'єм води в живильній трубі 7. Після першого гідродудару майже вся вода живильної труби 7 буде знаходитися у замкнутому просторі водоводу 11 і рідинної камери першого 12 і другого 18 гідроаккумуляторів. Весь цей час тиск у живильній трубі 7 буде дуже малий, і зворотний 4 та відбійний 8 клапани під дією сил тяжіння, діючих на тягарі 5 і 9, відповідно, відкриються. Час відкриття цих клапанів можна регулювати переміщенням тягарів 5 і 9, розташованих на центральних осях клапанів 4 і 8.

Поки зворотний клапан 4 закритий, здійснюється короткочасне гальмування потоку води на вході живильної труби 7 і підвищення швидкості потоку в ній до $v=10$ м/с після відкриття зворотного клапану 4 [1, 2]. Далі потік води великої швидкості, переміщуючись крізь живильну трубу 7 та крізь відкритий відбійний клапан 8, закриє цей клапан, утворюючи другий гідродудар в живильній трубі 7 з тиском ударної хвилі, згідно з формулою Жуковського [1, 2], 135 атм.

Великий тиск води після другого гідродудару в живильній трубі 7 закриє зворотний клапан 4 і відкриє нагнітальний клапан 10. Потік води почне поповнювати водовід 11, де тиск буде підвищуватися, але не досягне високого тиску газу в газових камерах гідроаккумуляторів 12 і 18. Тому вихідні отвори гідроаккумуляторів 12 і 18 будуть закриті їх пружними мембранами. В водоводі 11 і в рідинних камерах гідроаккумуляторів 12 і 18 швидко встановиться тиск води, не перевищуючий тиску газу в газових камерах цих гідроаккумуляторів, нагнітальний клапан 10 закриється, а зворотний 4 і відбійний 8 клапани відкриються, бо тиск в живильній трубі 7 зменшиться. Потік води великої швидкості ($v=10$ м/с) знову заповнить, живильну трубу 7, загальмується у відкритого відбійного клапану 8 і створить третій гідродудар з тиском фронту ударної хвилі 135 атм.

Після третього гідродудару в живильній трубі 7 великим тиском води майже миттєво закриється зворотний клапан 4, відкриється нагнітальний клапан 10, крізь який вода під тиском ударної хвилі почне поповнювати водовід 11, де швидко встановиться великий тиск води (~100 атм). Під таким тиском пружні мембрани обох гідроаккумуляторів 12 і 18 прогнуться, відкриють їх вихідні отвори й стиснуть газ у газових камерах. Об'єм рідинних камер першого 12 і другого 18 гідроаккумуляторів збільшиться, а тиск води в них зменшиться. Під високим тиском стиснутого газу вода почне видавлюватися з вихідних отворів першого 12 і другого 18 гідроаккумуляторів у перший 14 і другий 20 соплові апарати гідротурбіни, відповідно, а звідти крізь відкриті сопла на лопатки гідротурбіни 15, обертаючи її. При цьому, при визначених умовах [1, 2], гідроаккумулятори 12 і 18 і соплові апарати гідротурбіни 14 і 20 будуть підтримуватися сталий тиск і витрати води. Тиском води у водоводі 11 нагнітальний клапан 10 закриється, тиск води в живильній трубі 7 значно зменшиться, тому зворотний 4 і відбійний 8 клапани відкриються. Далі усі процеси будуть повторюватися багаторазово, як після третього гідродудару.

Перший 13 та другий 19 манометри дозволяють слідувати за тиском води в першому 14 та другому 20 соплових апаратах гідротурбіни і, при необхідності, змінювати його, переміщуючи тягарі 5 і 9 на центральних осях зворотного 4 і відбійного 8 клапанів, відповідно [1, 2].

Відпрацьована вода, що тече крізь відкритий відбійний клапан 8, а також з гідрогенератора 17, стікає в трубу відводу відпрацьованої води 22 і далі електронасосом 6 по напірному трубопроводу 3 подається в напірний бак 2, де і закінчується замкнутий цикл циркуляції води в ГЕ.

Обертання гідротурбіни 15 потоком води механічно передається електрогенератору 16, який виробляє електроенергію. Невелика частина цієї електроенергії (до 2 кВт) подається електричними провідниками 21 до електронасоса 6.

В ГЕ використовуються водовід 11 з гідроаккумуляторами 12 і 18, які здатні накопичувати удвічі більше води. Це дозволяє водночас подавати на лопатки гідротурбіни 15 з двох сопел соплових апаратів 14 і 20 удвічі більше води, ніж у прототипі, тобто збільшити за один період роботи ГЕ витрати води у два рази. Тому реальні витрати води в ГЕ становитимуть $Q=0,4$ м³/с, при найбільшому тиску 80-100 атм, що відповідає напору $H=800-1000$ м.

В гідроелектростанціях, які працюють при великих напорах (або тисках) і малих витратах води, майже завжди застосовують імпульсні турбіни Пелтона і встановлюють кілька сопел, рознесених по колу робочого колеса гідротурбіни, що зменшує навантаження на її опори обертання [7].

Гідроагрегати з гідротурбінами Пелтона розраховані на вказані напори й витрати, розробляють, наприклад, у Чехії компанії Hedrolink, Blansko [4, 5], а у Великобританії - компанія Gilkes [6]. Так, наприклад, гідроагрегати (гідрогенератори) компаній Gilkes і Blansko, працюючи при напорі й витратах ГЕ ($H=800$ м, $Q=0,4$ м³/с) з турбінами Пелтона, дозволяють виробляти

$P=3$ МВт потужності електричної енергії. Тому застосування цих гідроагрегатів в ГЕ дозволить перевищити потужність прототипу у 6 разів.

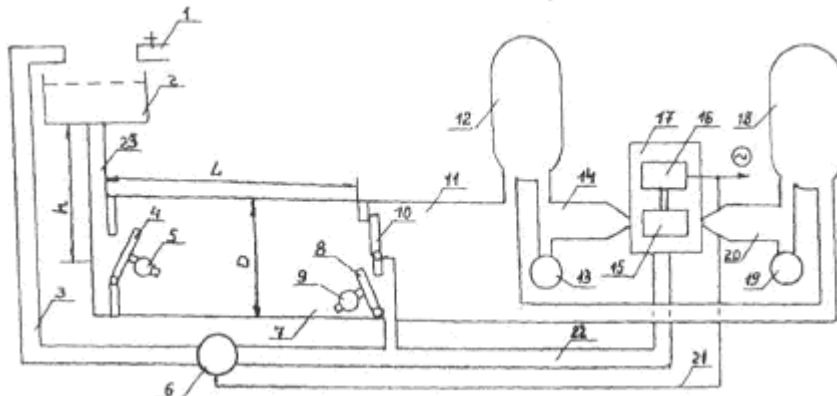
Для технічної реалізації корисної моделі треба використовувати матеріали і готові складові, розраховані на тиски води, не нижчі ніж 200 атм. Якщо в ГЕ застосувати таку ж живильну трубу 7, як і в прототипі ($L=3$ м, $D=0,24$ м), усі клапани з тривалістю спрацьовування не вищою ніж 0,02 с, а загальний термін часу проходження потоку води крізь водовід 11, гідроаккумулятори 12, 18 і соплові апарати 16, 21 гідротурбіни прийняти 0,34 с, то тривалість одного робочого циклу (починаючи після третього гідроудару) становитиме, як і в прототипі, $T=0,66$ с. Такий час забезпечить безперервність подачі води на лопатки гідротурбіни з постійними витратами $0,4$ м³/с і напором, не нижчим ~ 800 м.

Джерела інформації:

1. Патент UA 101445, МПК F03B 13/12 (2006.01), опубл. 10.09.2015, бюл. № 17.
2. Патент UA 98216, МПК F03B 13/12 (2006.01), опубл. 27.04.2015, бюл. № 8.
3. Flow Smooth. Pressure Pulse Stabilizers/Pulsation Prevention ([http://www/flow-smooth.com/pressure-pulse-stabilizers/index.php#pipeguar](http://www.flow-smooth.com/pressure-pulse-stabilizers/index.php#pipeguar)).
4. Small hydro power (<http://www.hydrolink.cz/en>).
5. Small hydro (<http://www.ckdsh.cz/en/products>).
6. Gilkes hydropower (<http://www.gilkes.com/hydropower>).
7. Типы гидротурбин микрогидроэлектростанций (<http://www.diagram.com.ua/list/alter-energy/alter-energy204.shtml>).

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Гідроударна електростанція підвищеної потужності, що містить водопровідну трубу з краном, напірний бак, напірний трубопровід, живильну трубу, зворотний, відбійний і нагнітальний клапани, які розташовані в живильній трубі, перший гідроаккумулятор, електронасос, гідрогенератор, який з'єднаний електричними провідниками з електронасосом і складається з гідротурбіни та електрогенератора, водовід, перший сопловий апарат гідротурбіни, перший манометр, трубу відводу відпрацьованої води, підвідну трубу, яка **відрізняється** тим, що введено другий гідроаккумулятор, другий сопловий апарат гідротурбіни, другий манометр, відбійний та нагнітальний клапани в живильній трубі не зв'язані між собою, а відбійний клапан має на центральній осі тягар.



Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601