



(19) KG (11) 1781 (13) C1  
(51) F03B 3/10 (2015.01)  
F03B 3/02 (2015.01)  
F03B 3/12 (2015.01)  
F03B 13/02 (2015.01)

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И ИННОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

### (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя (владельца)

(21) 20140102.1

(22) 11.08.2014

(46) 30.09.2015, Бюл. № 9

(76) Жумаев Т. (KG)

(56) Патент под ответственность заявителя KG № 1482, С1, кл. F03B 3/10, 3/02, 3/12, 13/02, 2012

#### (54) Отсасывающая труба гидроэлектрического агрегата

(57) Изобретение относится к области гидроэнергетики, а именно, к отсасывающим трубам гидроэлектрических агрегатов, работающим погруженными в реку с переменным уровнем потока, и предназначено для отвода отработанной воды из турбины.

Задачей изобретения является увеличение КПД речного ГЭА, работающего в погруженном в реку состоянии с непостоянным уровнем потока речной воды, путем конструктивного обеспечения постоянного вакуума в отсасывающей трубе.

Поставленная цель достигается тем, отсасывающая труба гидроэлектрического агрегата, снабженная входным коническим патрубком и соединенная с фланцем корпуса неподвижного упора турбинного колеса, дополнительно снабжена симметричным диффузором, с формой поперечного сечения в виде переменных прямоугольников, боковые стенки которого выполнены плавно вогнутыми в сторону дна реки, грани верхней стенки выполнены в виде плавно расходящихся кривых под средним углом развода не более 22° и ближе к концу переходящих в параллельные линии, боковыми сужающимися заслонками, предназначенными для поднятия уровня потока воды над диффузором, защитными щитами, закрепленными по бокам гидроэлектрического агрегата, выполняющими функцию ограждения диффузора и сужающими заслонок от удара крупными переносимыми потоками воды камнями.

1 н. п. ф., 3 фиг.

Изобретение относится к области гидроэнергетики, а именно, к отсасывающим трубам гидроэлектрических агрегатов, работающим погруженными в реку с переменным уровнем потока, и предназначено для отвода отработанной воды из турбины.

Отсасывающая труба гидроэлектрического агрегата - устройство для отвода воды от турбинного колеса реактивной гидротурбины. Отсасывающими трубами снабжаются все реактивные гидротурбины, главным образом, радиально-осевые. Выполняется в виде расширяющейся прямоосной трубы (для горизонтальных и высоконапорных турбин) или в виде изогнутой трубы (для мощных вертикальных турбин). Наличие отсасывающей трубы позволяет использовать потенциальную энергию, создаваемую в результате возвышения уровня расположения турбинного колеса над уровнем нижнего бьефа, и кинетическую энергию сходящего с колеса потока, что повышает мощность и КПД гидротурбины.

В основном известны конические прямоосные отсасывающие трубы для турбин малых размеров, которые выполняются для осевых - с диаметром рабочего колеса не более 1,6 м, а для радиально-осевых - не более 2,0 м, для горизонтальных поворотно-лопастных турбин - всех размеров. Заглубление выходного сечения отсасывающей трубы под уровень отводящего канала при этом должно быть не менее 0,3 м для малых турбин и 0,5 м - для больших турбин (Смирнов Н. Н. Гидравлические турбины и насосы. - М.: Высшая школа, 1969. - С. 145).

Для средних и крупных гидротурбин с вертикальным валом конические отсасывающие

трубы применять не эффективно, так как при этом требуется выполнять значительное заглубление для отводящего канала. Для этих турбин применяются изогнутые отсасывающие трубы, с входными коническими расходящимися патрубками с углом конусности до 22-24° в изогнутой части, и полностью погруженные в воду отводящего канала диффузорные патрубки (Смирнов Н. Н. Гидравлические турбины и насосы. - М.: Высшая школа, 1969. - С. 149-155).

Известен горизонтальный капсулный гидроагрегат (а. с. SU № 1822906, А1, кл. F03B 3/10, Н02К 5/00, 1993), работающий от чисто осевого потока воды, как в подводящей части, так и в прямоосной конической отсасывающей трубе. Благодаря прямоосному проточному тракту, повышается пропускная способность и мощность турбины по сравнению с вертикальной установкой.

Отсасывающие трубы ГЭА глубоко погружены в поток, поэтому вакуум в них создается надежно. Достигается некоторая экономия в стоимости и сроках строительства.

Отсасывающие трубы ГЭА, устанавливаемые в погруженном в реку состоянии, работают от чисто осевого потока воды, подводимого водоводом к турбинным колесам и конструктивно близки к отсасывающим трубам горизонтальных капсулных ГЭА.

Известен осевой гидроэлектрический агрегат (патент под ответственность заявителя KG № 1482, С1, кл. F03B 3/10, 3/02, 3/12, 13/02, 2012), содержащий отсасывающую трубу, выполненную в виде прямоосной конической отсасывающей трубы, соединенной с корпусом неподвижного упора турбинного колеса, при этом вертикально-продольное сечение отсасывающей трубы выполнено расходящимся по форме. Конструктивное исполнение отсасывающей трубы позволяет за счет постепенного увеличения площади поперечного сечения отсасывающей трубы уменьшать скорость отработанного потока воды до скорости течения реки.

К недостаткам известного решения относится то, что конструкция отсасывающей трубы ГЭА при использовании в неглубоко погруженном состоянии в реку, работающем от подводимого водоводом к турбинным колесам потока воды, не обеспечивает герметичность из-за непостоянства уровня потока воды в реке в течение дня. Для постоянного обеспечения надежного вакуума в известной отсасывающей трубе ГЭА, верхняя кромка её выхода должна быть заглублена не менее чем на 0,3 м под уровень потока реки.

Известно, что в горных реках уровень воды утром самый низкий, к полудню повышается, а ночью снова понижается. Пониженный уровень потока воды в реке не всегда может обеспечить изоляцию верхней кромки выхода отсасывающей трубы от поступления атмосферного воздуха в отсасывающую трубу и поддержание вакуума со стороны уходящего потока воды.

Отсутствие герметичности в отсасывающей трубе дает возможность для поступления потоку воды извне, смешанного с атмосферным воздухом, образуя турбулентное, возможно встречное движение потока на выходе из отсасывающей трубы, что создает торможение на пути уходящей отработанной воды, за счет действия атмосферного давления на выходе трубы и гравитационной силы, которые и будут создавать сопротивление истечению воды из трубы, а это приводит к потерям КПД агрегата. Поэтому так важно обеспечение герметичности в отсасывающей трубе ГЭА.

К тому же, в известном осевом ГЭА низкая потенциальная энергия со стороны уходящего от турбинного колеса отработанного потока воды, вследствие низкого уровня нижнего бьефа (или его отсутствия) по отношению к расположению турбинного колеса, а также низкая кинетическая энергия потока воды в отсасывающей трубе, вследствие конструктивно обеспеченного постепенного увеличения площади ее поперечного сечения, где происходит также постепенное уменьшение скорости отработанного потока воды по сечению отсасывающей трубы до скорости течения реки. А расход отработанной воды в  $i$ -ом сечении отсасывающей трубы будет одинаковый, и равен:

$$Q = v_i \cdot S_i = \text{const, где:}$$

$v_i$  - скорость течения потока в  $i$ -том сечении отсасывающей трубы;

$S_i$  - площадь сечения  $i$ -того сечения отсасывающей трубы.

При этом обеспечится условие неразрывности, или сплошности течения. Для того чтобы на границе выхода отработанной воды из отсасывающей трубы пенообразования (турбулентное течение) не наблюдалось, должно выполняться следующее условие: необходимая скорость истечения воды из отсасывающей трубы на выходе должна быть равна скорости потока воды в реке. Тогда площадь поперечного сечения на выходе отсасывающей трубы определяется из известной, ниже отмеченной (1) зависимости, (Киселев П. Г. Гидравлика: Основы механики

жидкости / Учеб. пособие для вузов. - М.: «Энергия», 1980. - С. 50):

$$S_{om} v_{om} = S_{mk} v_{mk}, \quad (1)$$

или, преобразуя формулу, получаем искомую величину:

$$S_{om} = \frac{v_{mk}}{v_{om}} \cdot S_{mk}, \quad (2)$$

где  $S_{om}$  - поперечное сечение отсасывающей трубы турбины на выходе,  $\text{см}^2$ ;  
 $S_{mk}$  - поперечное сечение турбинной камеры в зоне отхода рабочей воды от рабочего колеса,  $\text{см}^2$ ;  
 $v_{mk}$  - скорость потока воды в турбинной камере в зоне отхода рабочей воды от рабочего колеса,  $\text{м/с}$ ;  
 $v_{om}$  - скорость потока отработанной воды при выходе из отсасывающей трубы, равна скорости потока речной воды в их границе,  $\text{м/с}$ .

Задачей изобретения является увеличение КПД речного ГЭА, работающего в погруженном в реку состоянии с непостоянным уровнем потока речной воды, путем конструктивного обеспечения постоянного вакуума в отсасывающей трубе.

Поставленная цель достигается тем, что отсасывающая труба гидроэлектрического агрегата, снабженная входным коническим патрубком и соединенная с фланцем корпуса неподвижного упора турбинного колеса, дополнительно снабжена симметричным диффузором, с формой поперечного сечения в виде переменных прямоугольников, боковые стенки которого выполнены плавно вогнутыми в сторону дна реки, грани верхней стенки выполнены в виде плавно расходящихся кривых под средним углом развода не более  $22^\circ$  и ближе к концу переходящих в параллельные линии, боковыми сужающимися заслонками предназначенными для поднятия уровня потока воды над диффузором, защитными щитами, закрепленными по бокам гидроэлектрического агрегата, выполняющими функцию ограждения диффузора и сужающими заслонок от удара крупными переносимыми потоками воды камнями.

На чертеже, на фиг. 1 представлен вид сбоку на ГЭА с защитным щитом отсасывающей трубы, сужающей заслонкой и защитными решетками; на фиг. 2 - вид сверху на ГЭА с отсасывающей трубой, сужающей заслонкой и защитными решетками, в продольном разрезе; на фиг. 3 - вид сверху на ГЭА с отсасывающей трубой, сужающей заслонкой и защитными решетками, в продольном разрезе, с иллюстрацией в работе.

Осевой гидроэлектрический агрегат 1 (фиг. 1, 2) содержит заключенный в кожух 15 и погруженный в воду генератор 2 (на чертеже не показан), турбинное колесо 3, его отсасывающую трубу 4, соединенную с фланцем 5 корпуса неподвижного упора 6 турбинного колеса 3. Отсасывающая труба 4 в начале выполнена в виде малозаметного расходящегося патрубка 7, с продолжением ее стенки плавно переходящей в расходящиеся стенки диффузора 8. Диффузор 8 выполнен с формой поперечного сечения в форме переменных прямоугольников, боковые стенки 9 его (фиг. 1) выполнены плавно вогнутыми в сторону дна реки, а контуры верхней стенки выполнены в виде расходящихся и ближе к концу переходящих в параллельную линию 10. ГЭА снабжен боковыми сужающимися заслонками 11, предназначенными для поднятия уровня потока воды над диффузором. По бокам ГЭА расположены защитные щиты 12, выполняющие функцию ограждения диффузора 8 и боковых сужающихся заслонок 11 от удара крупными переносимыми потоками воды камнями.

Осевой гидроэлектрический агрегат (ГЭА), погруженный в поток с переменным уровнем воды в реки, работает следующим образом.

Рабочий поток воды в водоводе 13 (фиг. 1, 2 и 3), под собственным напором герметично поступает в ГЭА, и под действием давления со стороны набегающего потока на лопасти турбинного колеса 3 вращает последний. Отработанный в ГЭА поток воды выходит из корпуса неподвижного упора 6 турбинного колеса 3 и поступает в отсасывающую трубу 4, там плавно расширяясь, понижает свою скорость и отсасывается в результате созданного вакуума совместно с

уходящим потоком воды и с объемом речной воды, обтекающей снаружи диффузор 8.

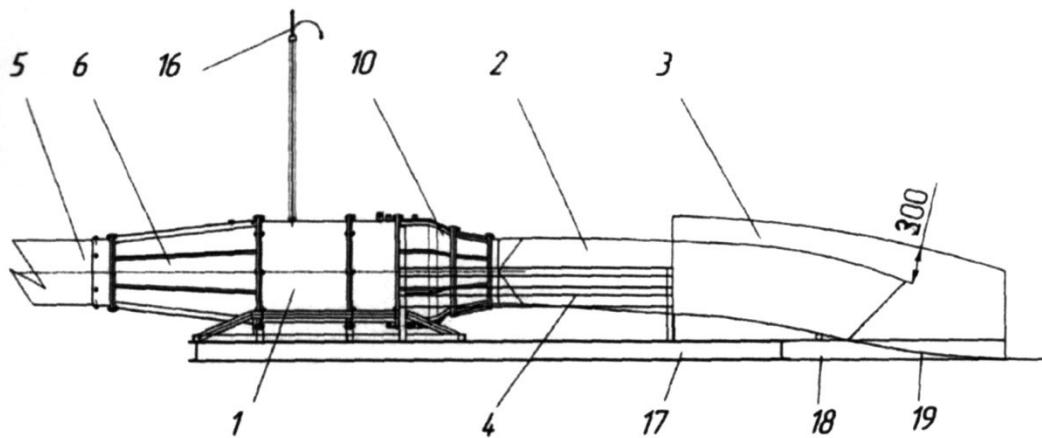
Таким образом, отсасывание отработанной воды из диффузора 8 происходит в результате создания вакуума, главным образом, со стороны потока речной воды, обтекающей снаружи и сверху стенки диффузора 8. Поэтому, во-первых, отсасывающая труба 4 должна быть изготовлена герметичной, во-вторых, верхний край на выходе диффузора 8 должен быть погруженным глубоко во внешний поток речной воды, что обеспечивается сужающими заслонками 11. Отсасывающая труба 4 защищена от проникновения воздуха (атмосферы) в диффузор 8, путем поднятия уровня наружного потока воды в реке, протекающего по бокам ГЭА, с помощью сужающих заслонок 11, а для ограждения диффузора 8 и сужающихся заслонок 11 от ударов крупными переносимыми потоком воды камнями предусмотрены защитные щиты 12, установленные по бокам ГЭА и прикрепленные своими рамами 14 к раме ГЭА. С целью предотвращения образования эрозии на дне реки в зоне уходящего потока воды может быть предусмотрен металлический настил 15.

Предложенная конструкция применима для любых ГЭА, работающих в погруженном в реку состоянии.

### Ф о р м у л а изобретения

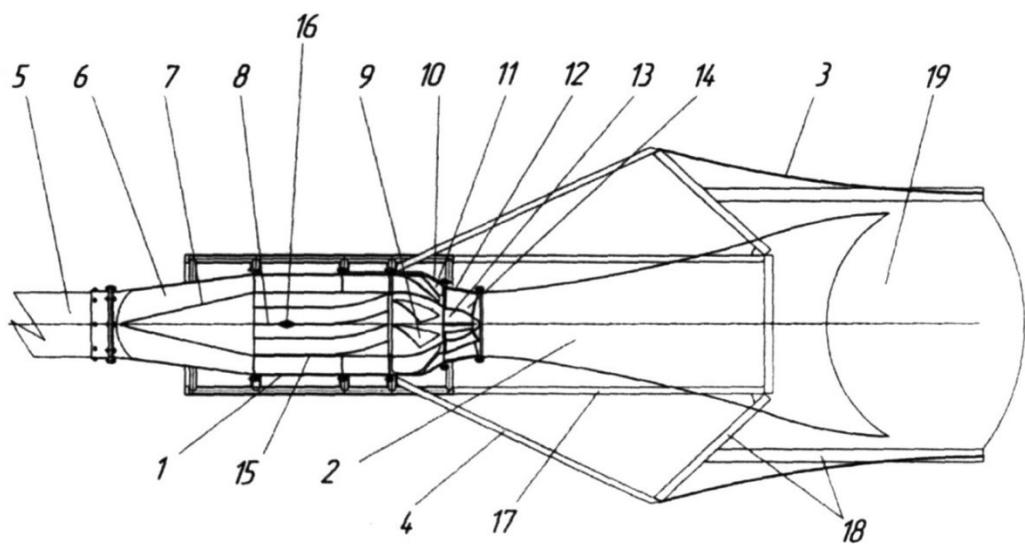
Отсасывающая труба гидроэлектрического агрегата, снабженная входным коническим патрубком и соединенная с фланцем корпуса неподвижного упора турбинного колеса, отличающаяся тем, что дополнительно снабжена симметричным диффузором, с формой поперечного сечения в виде переменных прямоугольников, боковые стенки которого выполнены плавно вогнутыми в сторону дна реки, грани верхней стенки выполнены в виде плавно расходящихся кривых под средним углом развода не более  $22^\circ$  и ближе к концу переходящих в параллельные линии, боковыми сужающимися заслонками, предназначенными для поднятия уровня потока воды над диффузором, защитными щитами, закрепленными по бокам гидроэлектрического агрегата, выполняющими функцию ограждения диффузора, и сужающимися заслонок от удара крупными переносимыми потоками воды камнями.

Отсасывающая труба гидроэлектрического агрегата

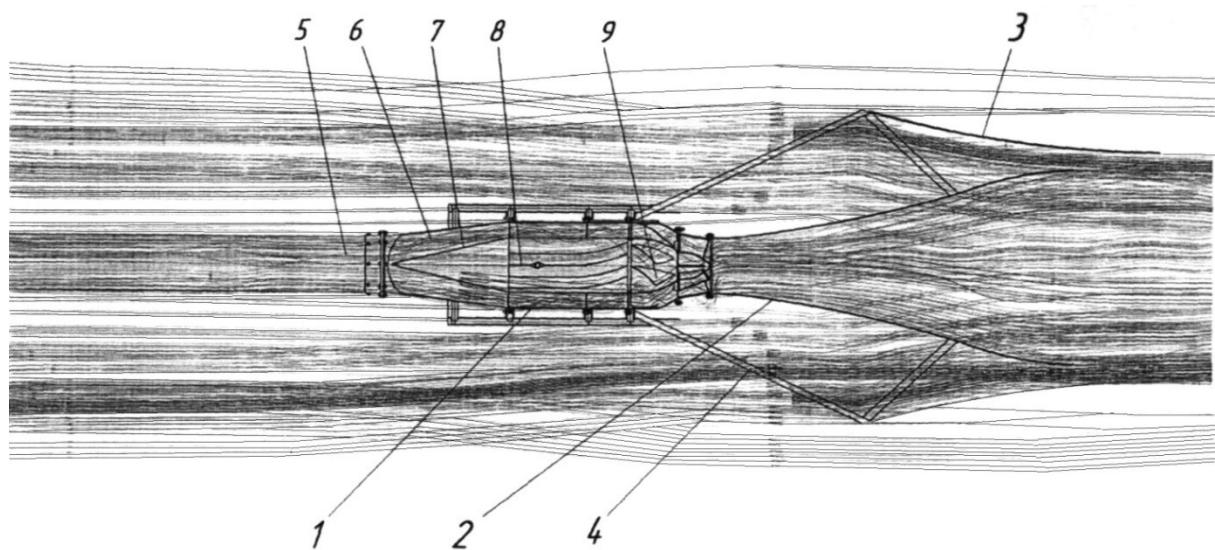


Фиг. 1

Отсасывающая труба гидроэлектрического агрегата



Фиг. 2



Фиг. 3

Выпущено отделом подготовки материалов

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,  
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03