



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 971995

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 10.07.81 (21) 3318826/29-15

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 07.11.82. Бюллетень № 41

Дата опубликования описания 17.11.82

(51) М. Кл.³

Е 02 В 9/00

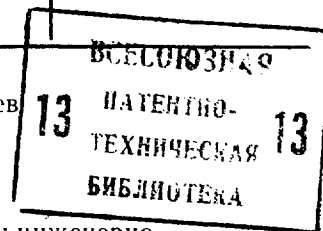
(53) УДК 627.8
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Е. В. Квятковская, Г. И. Кривченко, А. Б. Васильев
и В. Б. Владимиров

(71) Заявитель

Московский ордена Трудового Красного Знамени инженерно-
строительный институт им. В. В. Куйбышева



(54) НИЗОВОЙ ВОДОВОД ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

1

Изобретение относится к гидроэнергетике и гидротехнике и может быть использовано при строительстве гидроэнергетических установок и насосных станций.

Известен низовой отводящий водовод ГЭС, ГАЭС, а также подводящий водовод насосной станции, в состав которых входит отсасывающая (всасывающая) труба гидромашин, уравнильный резервуар, предназначенный для снижения динамического разряжения в критическом сечении при регулировании расхода, и напорный отводящий водовод [1].

Однако в этом водоводе особенно при больших расходах и относительно малых потерях напора, по условиям устойчивости к малым изменениям режима требуется весьма большая площадь сечения уравнильного резервуара, а следовательно, и большой его объем, который часто соизмерим с объемом блока задания ГЭС и ГАЭС.

Известен также низовой водовод гидроэнергетической установки, преимущественно подъемной, включающий участок с горизонтальным потолком и дополнительный участок [2].

2

Однако в условиях значительного колебания уровня нижнего бьефа эта схема требует весьма большой высоты сечения дополнительного водовода по всей его длине, что связано со значительным усложнением конструкции и как следствие с увеличением объемов работ и повышением стоимости сооружения.

Цель изобретения — упрощение конструкции.

Цель достигается тем, что потолок дополнительного участка выполнен криволинейным по зависимости.

$$Z = Z_{\min} + \frac{\kappa Q}{g T_s} \int_0^{l_{\text{доп}}} \frac{d\ell}{F(\ell)}, \quad (1)$$

где Z — отметка потолка;

Z_{\min} — минимальная отметка нижнего бьефа;

Q — расчетный расход водовода;

T_s — расчетное время регулирования расхода;

κ — коэффициент неравномерности изменения расхода;

g — ускорение силы тяжести;

$l_{\text{доп}}$ — дополнительная длина напорного участка;

$F(l)$ — изменение площади сечения водовода по длине.

Формула (1) получена из выражения для динамического изменения давления, принимая во внимание, что понижение давления, вследствие гидроудара в дополнительном участке водовода компенсируется дополнительным подпором за счет повышения уровня нижнего бьефа.

$$\Delta H = Z - Z_{\min} = -\frac{1}{g} \frac{dQ}{dt} \int_0^{l_{\text{доп}}} \frac{dl}{F(l)} \quad (2)$$

Наибольшее понижение давления за время регулирования T_s соответствует наибольшему значению производной dQ/dt . В формуле (1) она выражена через расчетный расход Q и расчетное время регулирования T_s с коэффициентом пропорциональности K , который исходя из реальных графиков изменения расхода во времени, рекомендуется принимать 1,3—1,5.

На фиг. 1 изображен водовод, вертикальный разрез; на фиг. 2—4 — разрез А—А на фиг. 1 (варианты выполнения поперечного сечения).

Низовой водовод гидроэнергетической установки состоит из отсасывающей (всасывающей) трубы 1, гидромашин 2, напорного участка 3 водовода с горизонтальным потолком длиной $L_{\text{пред}}$, предельно допустимой по условиям безопасности в отношении разрыва сплошности потока в критическом сечении Б—Б при минимальной отметке нижнего бьефа, и дополнительного участка 4 с изменяющейся по заданной зависимости отметкой потолка.

Предельная длина напорного участка $L_{\text{пред}}$ определяется условиями минимально допустимого давления в критическом сечении Б—Б гидромашин (для турбины — во входном сечении отсасывающей трубы, для насоса — на входе в рабочее колесо), исключая возможность разрыва сплошности потока при регулировании расхода. Она зависит от данных конкретных условий (типа рабочего колеса, отметки расположения оси гидромашин, времени действия регулирующих расход органов, длин и площадей сечения участков отсасывающей трубы турбины или всасывающего патрубка насоса, площади сечения напорного водовода) и определяется с помощью специального расчета или по приближенной формуле для наиболее тяжелых условий, т. е. при минимальном уровне нижнего бьефа.

Устройство работает следующим образом.

Вода течет через водовод, заполняя все пространство проточного тракта гидромашин 2 и напорного участка 3, заполнение водой дополнительного участка 4 зависит от уровня нижнего бьефа.

При минимальном уровне нижнего бьефа дополнительный участок 4 целиком работает в безнапорном режиме. Граничным сечением напорной и безнапорной зоны ре-

жимов является сечение, проходящее через точку a , при этом $l_{\text{доп}} = 0$. и общая длина напорного участка водовода составляет $L_{\text{пред}}$ что соответствует соблюдению условия безопасных режимов работы гидромашин 2 при минимальном уровне нижнего бьефа.

При повышении уровня нижнего бьефа до некоторой отметки, соответствующей положению Z , граничное сечение напорного и безнапорного режимов проходит через точку b , правее которой режим безнапорный, левее — напорный, с длиной участка $L_{\text{пред}} + l_{\text{доп}}$. Условие безопасной работы гидромашин 2 при регулировании расхода для данного уровня Z определяется тем, что в соответствии с формулой (1) инерционное понижение давления в критическом сечении Б—Б за счет дополнительного напорного участка $l_{\text{доп}}$ компенсируется дополнительным подпором со стороны нижнего бьефа $Z - Z_{\min}$. При максимальном уровне нижнего бьефа дополнительный участок может быть либо целиком напорным, либо частично напорным, а частично безнапорным — это зависит от требуемой общей длины водовода L .

Таким образом, каждой отметке нижнего бьефа соответствует своя допустимая длина напорного участка и своя высота сечения, обеспечивающая безнапорный режим в оставшейся части водовода. В итоге потолок дополнительного участка 4 получается с подъемом за счет постепенного повышения отметки верха сечения. Отметка низа сечения определяется условиями пропуска расчетного расхода при минимальном горизонте нижнего бьефа.

Форма сечения дополнительного участка может быть различной либо с вертикальными боковыми стенками (фиг. 2), либо с постепенно уменьшающейся шириной (фиг. 3), либо с меньшей шириной в верхней части за пределами точки A (фиг. 3).

В результате отказа от сооружения уравнительного резервуара и применения предлагаемой формы отводящего водовода экономия составляет 7—9 млн. руб.

Формула изобретения

Низовой водовод гидроэнергетической установки, преимущественно подъемной, включающий участок с горизонтальным потолком и дополнительный участок, отличающийся тем, что, с целью упрощения конструкции, потолок дополнительного участка водовода выполнен криволинейным по зависимости

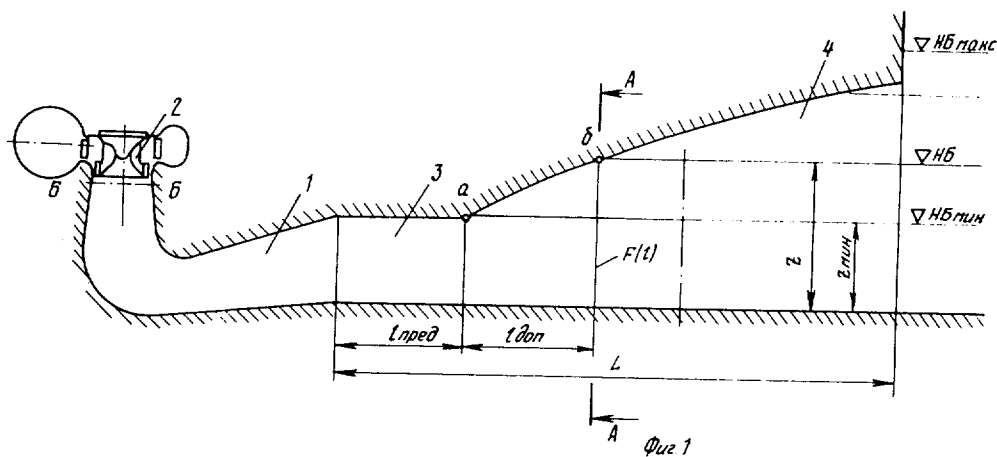
$$Z = Z_{\min} + \frac{\kappa Q}{g T_s} \int_0^{l_{\text{доп}}} \frac{dl}{F(l)},$$

где Z — отметка потолка;
 Z_{\min} — минимальная отметка нижнего бьефа;
 Q — расчетный расход водовода;
 T_s — расчетное время регулирования расхода гидромашин;
 K — коэффициент неравномерности изменения расхода;
 g — ускорение силы тяжести;
 $l_{\text{доп}}$ — дополнительная длина напорного участка;

$F(l)$ — изменение площади сечения водовода по длине.

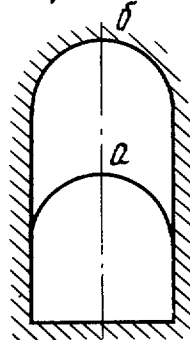
Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Орлов В. А. Уравнительные резервуары гидроэлектростанций. М., «Энергия», 1968, с. 138—140.
2. Губин Ф. Ф. и др. Гидроэлектрические станции. М., «Энергия», 1980, с. 36—37.



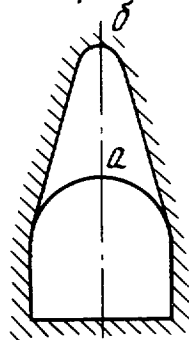
A-A

вариант I



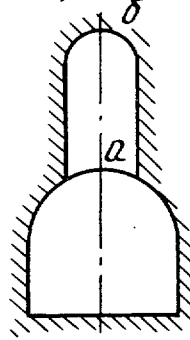
Фиг. 2

вариант II



Фиг. 3

вариант III



Фиг. 4

Редактор Н. Киштулинец
 Заказ 8043/15

Составитель А. Конопов
 Техред И. Верес
 Тираж 709

Корректор А. Гриценко
 Подпись

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
 Филиал ППП «Патент», г. Ужгород, ул. Проектная, 4