



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО СССР
(ГОСПАТЕНТ СССР)

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4842200/15
(22) 07.05.90
(46) 30.04.93. Бюл. № 16
(71) Белорусская государственная политехническая академия
(72) А.В.Карпеченко и И.В.Поворотный
(56) Авторское свидетельство СССР № 1373753, кл. E 02 B 8/06, 1985.

(54) СПОСОБ СОПРЯЖЕНИЯ БЬЕФОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Использование: в гидротехнике при строительстве водосбросных сооружений.

Изобретение относится к гидротехнике, а именно к сопрягающим сооружениям.

Цель изобретения – снижение гидродинамического воздействия на нижний бьеф.

На фиг.1 изображен продольный разрез по оси водосброса, вариант с противовесом при совмещении его с носком-трамплином в одном монолите; на фиг.2 – продольный разрез по оси водосброса (фрагмент), вариант с противовесом при выполнении носка-трамплина эластичным и заделке его в противовес; на фиг.3 – продольный разрез по оси водосброса (фрагмент), вариант без противовеса при заделке эластичного носка-трамплина в дно наклонного канала; фиг.4 иллюстрирует возможность заполнения полости противовеса водой; на фиг.5 – пояснительная схема к расчету положения носка-трамплина.

Сооружение состоит из наклонного канала 1, заканчивающегося носком-трампли-

2

н. Сущность изобретения: способ сопряжения бьефов включает отброс струи с носка-трамплина с одновременной регулировкой угла наклона носка-трамплина к горизонту в зависимости от веса воды и гидродинамического давления на носок-трамплин. При этом водосброс состоит из наклонного канала, поворотного носка-трамплина и противовеса. Носок-трамплин может быть выполнен из эластичного материала с заделкой в дно наклонного канала, а противовес – полым с системой клапанов для заполнения полости водой. 2 с. и 2 з.п.ф-лы, 5 ил.

ном 2, совмещенным с противовесом 3. Последние два элемента имеют возможность поворачиваться вокруг горизонтальной оси при помощи шарнирно-неподвижной опоры 4. Носок-трамплин 2 ориентирован в сторону нижнего бьефа 5. Дно наклонного канала 1 образует с горизонтом угол β . Носок-трамплин 2 может быть выполнен из эластичного материала и тогда он работает совместно с противовесом 3, будучи заделан в него (фиг.2), либо самостоятельно (фиг.3). Тогда носок-трамплин 2 заделывается в дно наклонного канала 1. Предельное положение носка-трамплина 2, соответствующее максимальному расчетному расходу, достигается при ограничении перемещения противовеса 3 с помощью упора 6.

Противовес 3 целесообразно выполнять с полостью 7, гидравлически сообщенной с наклонным каналом 1 и нижним бьефом 5 посредством гидравлических клапанов 8 и

9. Тогда полость 7 связана с атмосферой воздушным клапаном 10. Для предотвращения колебаний жидкости в полости 7 она снабжена перегородками 11.

Водосброс работает следующим образом.

Сбрасываемый расход движения по наклонному каналу 1, в конце которого поток разворачивается, а затем, проходя носок-трамплин 2, отрывается и падает в нижний бьеф 5 в виде отброшенной струи. Под действием жидкости, ее кинетического давления, а также собственного веса носок-трамплин 2 способен поворачиваться в вертикальной плоскости на угол, соответствующий мгновенному значению расхода. Перечисленные нагрузки компенсируются противовесом 3, размеры и вес которого рассчитывается таким образом, чтобы при минимальном расходе продольная ось носка-трамплина 2 образовывала с горизонтом угол α_m , отвечающий условию максимального отброса струи. По мере увеличения сбрасываемого расхода растет глубина на носке-трамплине 2 и скорость V , связанная с кинетическим давлением на его дно P^* зависимостью вида $P^* \sim V^2$. Вследствие этого момент сил, поворачивающих носок-трамплин 2 вокруг оси по часовой стрелке согласно изображению на фиг.1, растет. Они уравниваются моментом, создаваемым собственным весом противовеса 3, во-первых, за счет более резкого, чем для носка-трамплина 2, увеличения плеча сил. Во-вторых, дополнительная регулировка величин удерживающего момента достигается заполнением полости 7 противовеса 3 водой. При достижении максимальной величины сбрасываемого расхода противовес 3 занимает предельное горизонтальное положение. Последующее его перемещение ограничено упором 6. Одновременно носок-трамплин 2 ориентируется так, что его дно продолжает дно наклонного канала 1. Этот случай представлен на фиг.1 штриховой линией.

Заполнение и опорожнение полости 7 противовеса 3 осуществляется следующим образом. Посредством включения впускного гидравлического клапана 8 при перекрытом клапане 9 вода поступает в полость 7, а ее опорожнение происходит при обратных положениях упомянутых элементов. Операции с гидравлическими клапанами 8 и 9 выполняются при открытом воздушном клапане 10, расположенном в верхней части полости 7 (фиг.4).

Предложение, заключающееся в угловом смещении поворота продольной оси

противовеса в сторону нижнего бьефа имеет под собой следующие основания. Допустим, продольные оси противовеса и носка-трамплина совпадают. Тогда независимо от расхода и нагрузки на трамплин плечи сил уменьшаются или растут в одном направлении и в одном темпе, т.е. тогда возможен только один случай равновесия – при постоянной нагрузке на носок-трамплин, при $Q = \text{const}$. Следовательно, поворот необходим. После этого встает вопрос о направлении поворота. Угловое смещение в направлении нижнего бьефа приведет к упиранию в дно лотка при больших расходах. Это также ничего не дает и даже эффект обратный в отношении уравнивания трамплина и противовеса. Следовательно, поворот продольной оси противовеса должен осуществляться в сторону нижнего бьефа, как показано на фиг.1. Необходимость поворота продольной оси противовеса именно на величину угла наклона дна канала к горизонту легко показать на основе графических построений.

Носок-трамплин в данном случае представляет поворотную плиту. Тем самым при каждом фиксированном значении расхода Q_i трамплин принимает строго заданное положение, характеризуемое соответствующими значениями скорости U_i , угла отрыва α_i и начальной высоты падения H_{0i} . Снабжение трамплина противовесом позволяет компенсировать моменты сил, опрокидывающих весь поворотный элемент по часовой стрелке согласно изображению на фиг.1.

Выполнение носка трамплина эластичным дает возможность вовсе отказаться от противовеса (фиг.3), либо позволяет демпфировать динамические пульсационные нагрузки не только поворотом, но и за счет упругих свойств материала. Применение материала, способного восстанавливать деформации при снятии нагрузки попутно дает возможность повысить износостойкость и кавитационную стойкость носка-трамплина, поскольку известно усиление абразивного износа поверхностей большего радиуса кривизны при повороте потока.

Рассмотрим условия входа отброшенной струи, реализуемые в предлагаемом техническом решении. Как легко понять, они зависят от расхода. Если при небольших расходах жидкость движется по восходящей и нисходящей ветвям параболы, то при отрицательных углах отрыва струи она описывает траекторию значительно меньшей кривизны. В первом случае поток входит под уровень почти по нормали, а во втором – соударение осуществляется под острым углом. Не будет здесь учитывать

нарушения сплошности, которые, безусловно, благоприятствуют гашению избыточной энергии. Отметим только, что степень затухания средней скорости определяется при прочих равных условиях безразмерным расстоянием. Это значит, что на одном и том же удалении от источника в данном случае – места входа струи под уровень, скорость уменьшается тем быстрее, чем меньше характерный размер струи. Для двумерной задачи им является толщина, здесь в качестве таковой выступает глубина воды на носке-трамплине перед точкой отрыва. В отличие от известных в предлагаемом устройстве с увеличением расхода путь струи до дна растет, следовательно, скорость в момент достижения дна отводящего водовода затухает интенсивнее. Поэтому созданы предпосылки не только для фиксации воронки размыва в определенном месте, но и для снижения придонной скорости, а тем самым снижению гидродинамического воздействия на нижний бьеф.

П р и м е р. Рассмотрим условие равновесия носка-трамплина, снабженного противовесом (фиг.1). В качестве первого приближения, считая задачу двумерной, можно использовать схему, представленную на фиг.5. Здесь система, способная реагировать на изменения расхода, упрощена до ломаного стержня, способного поворачиваться вокруг шарнирно-неподвижной опоры O . Тогда отрезок AO моделирует противовес, а OB – носок-трамплин. На стержень действуют силы:

Собственный вес – распределенная нагрузка на носок-трамплин и на противовес g_n , причем $g_n > g_r$, иначе устройство неработоспособно при соизмеримых длинах носка-трамплина l_r и противовеса l_n .

Подное давление, воспринимаемое носком-трамплином, включает гидростатическое и кинематическое. При больших расходах, когда разворот потока на носке-трамплине сравнительно невелик, эпюра полного давления строится по формуле А.А.Сабанеева:

$$\frac{P}{\rho g} = h \cdot \cos \Theta + \frac{u^2}{g} \frac{h}{R},$$

где h – глубина потока;

Θ – угол наклона касательной к поверхности носка-трамплина в точке, для которой определяется текущее значение давления;

u – среднерасходная скорость;

R – радиус носка-трамплина.

В данном случае радиус носка-трамплина определяется его длиной и углом поворота, но никак не бесконечен.

Гидростатическое давление – распределенная нагрузка g_r – может быть определена при известных расходе и геометрии по уравнениям свободной поверхности. При малых расходах (угол отрыва положителен) глубина потока увеличивается, а при больших (угол отрыва отрицателен) – падает. Если перепад уровней в бьефах значительно превосходит начальную высоту падения, а длина носка-трамплина невелика, то интенсивность нагрузки от веса воды изменяется по длине мало.

Кинематическое давление – также распределенная нагрузка q_k . Его целесообразно находить с использованием зависимости

$$\frac{P^*}{\rho} = \frac{v^2}{2} \left(1 - \left(\frac{u}{v} \right)^2 \right),$$

где u/v – отношение среднерасходной скорости к придонной в рассматриваемом сечении. Оно зависит от радиуса носка-трамплина, угла разворота и определяется по графикам (там же).

Поверхностным трением на носке-трамплине и в шарнире пренебрегаем, поскольку плечи этих сил невелики.

На носок-трамплин (отрезок OB) действует гидростатическое и кинематическое давление, а также собственный вес. Они должны уравниваться моментом от собственного веса противовеса. Считая нагрузки функциями собственного веса, условие равновесия в общем случае, при повороте носка-трамплина на произвольный угол Θ выглядит следующим образом:

$$\cos(\alpha + \beta - \Theta) \int_0^{l_n} q_n(l_n) l_n^2 dl = \cos \Theta \int_0^{l_m} (q_r(l_r) + q_k(l_r) + q_r(l_r)) l_r^2 dl$$

В предельных случаях постоянные перед знаком интеграла имеют вид:

	правая часть	левая часть
$Q=Q_{\min}$	$\cos(\alpha + \beta)/2$	$\cos \alpha/2$
$Q=Q_{\max}$	0,5	$\cos \beta/2$

Отсюда, зная нагрузку на носок-трамплин, легко определить габариты противовеса, подобрать его материал, либо, в случае необходимости, степень заполнения полости противовеса водой.

Таким образом, исходя из приведенных положений конструкций водосброса для реализации предложенного способа сопряже-

ния бьефов очевидно, что применение такого вида сооружения позволит сократить затраты на строительство и эксплуатацию самого водосбросного сооружения. Достигается это за счет того, что решается поставленная цель изобретения – стабилизируется дальность полета отброшенной струи при широком диапазоне изменения сбрасываемого расхода, при этом происходит локализации воздействия этой струи на отводящий водовод (т.е. НБ). За счет сужения площади воздействия струи в НБ можно существенно уменьшить объем дорогостоящих укрепительных работ и тем самым повысить эффективность использования таких сооружений в комплексных системах водопользования.

Формула изобретения

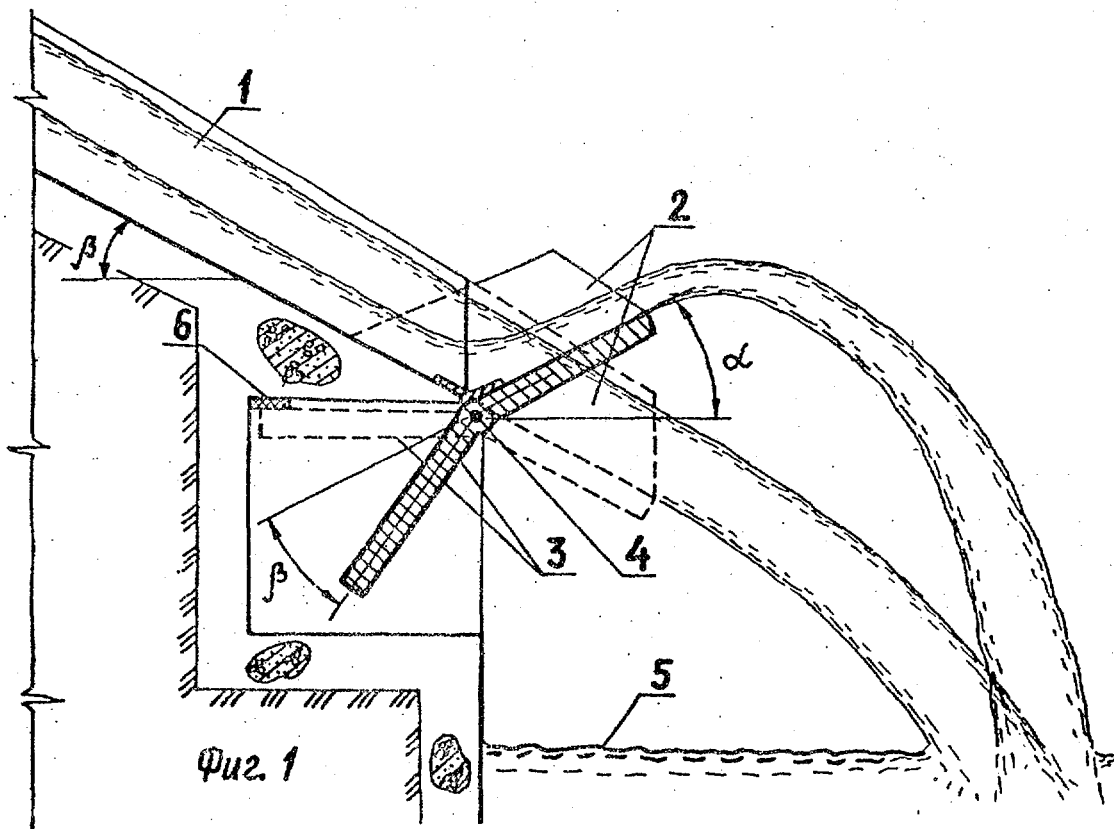
1. Способ сопряжения бьефов, включающий отброс струи в нижний бьеф с носка трамплина, отличающийся тем, что, с целью снижения гидродинамического воздействия на нижний бьеф, дальность отброса струи регулируют путем изменения угла наклона носка-трамплина к горизонту про-

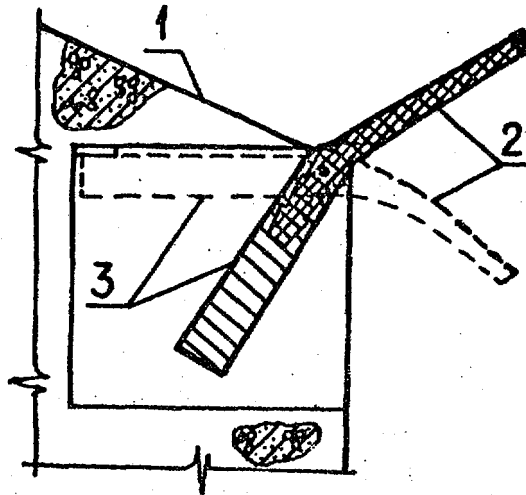
порционально весу жидкости и ее гидродинамическому давлению на носок-трамплин.

2. Устройство для сопряжения бьефов, содержащее расположенный между верхним и нижним бьефами наклонный канал, заканчивающийся носком-трамплином, отличающийся тем, что, с целью снижения гидродинамического воздействия на нижний бьеф, носок-трамплин выполнен в виде поворотной плиты, ось вращения которой ортогональна направлению течения, и снабжен оппозитно расположенным противовесом, продольная ось которого повернута в сторону нижнего бьефа на величину β , где β – угол наклона дна канала в горизонту.

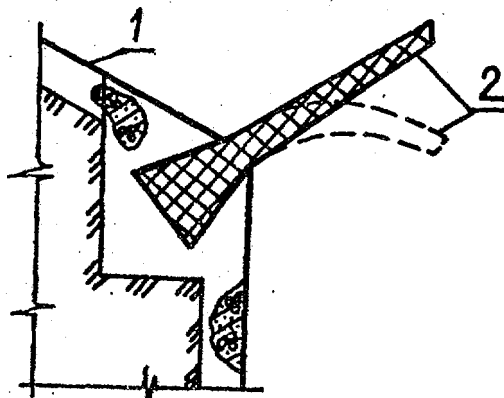
3. Устройство по п.2, отличающийся тем, что носок-трамплин выполнен из эластичного материала с заделкой в дно наклонного канала или в противовес.

4. Устройство по п.2, отличающийся тем, что противовес выполнен полым, гидравлически сообщен с наклонным каналом и нижним бьефом, а также снабжен впускным и выпускным гидравлическими и воздушными клапанами.





Фиг. 2



Фиг. 3

Редактор М. Кузнецова Составитель И. Поворотный
 Техред М. Моргентал Корректор С. Юско

Заказ 1567 Тираж Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101