



(19) KG (11) 2069 (13) C1
(51) G01P 5/00 (2018.01)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И
ИННОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Кыргызской Республики под ответ-
ственность заявителя (владельца)**

(21) 20170131.1

(22) 01.12.2017

(46) 29.06.2018. Бюл. № 6

(71) (73) Аскалиева Г. О. (KG)

(72) Пресняков К. А. (KZ); Аскалиева Г. О. (KG)

(56) Патент под ответственность заявителя KG № 1964, C1, кл. G01P 3/40, 2017

(54) Способ определения поверхностной скорости воды

(57) Изобретение относится к гидрометрии и может быть использовано при проведении гидромет-
рических работ на водомерных постах.

Задача изобретения - упрощение способа определения поверхностной скорости воды и по-
вышение его надежности.

Поставленная задача решается тем, что в способе определения поверхностной скорости воды, включающем использование в качестве информативного параметра движения воды пульсации скорости воды в контрольном створе, измерение необходимых параметров за определенный промежуток времени, преобразование информационных электрических сигналов поплавкового датчика в цифровой телеметрический радиосигнал, передачу посредством трансивера поплавкового датчика по соответствующему радиоканалу в информационно-вычислительную систему, последующую дистанционную обработку и вычисление поверхностной скорости воды, дополнительно в качестве информативного параметра используют пульсации угла отклонения поплавкового датчика от вертикали в вертикальной плоскости динамической оси потока, причем информативные параметры измеряют в одной фиксированной точке контрольного створа изученного открытого водотока и исследуемого водотока, функционирующих в гидравлически подобных условиях, при этом определяют тарировочный коэффициент изученного открытого водотока, а поверхностную скорость воды вычисляют по формуле:

$$u_{\text{м}} = k_T \cdot \frac{\sqrt{u'^2}}{\sqrt{\alpha'^2} / \alpha_{\text{м}}},$$

где $u_{\text{м}}$ - поверхностная скорость воды, м/с; k_T - тарировочный коэффициент; $\sqrt{u'^2}$ - средне-
квадратичная пульсация скорости воды, м/с; $\sqrt{\alpha'^2} / \alpha_{\text{м}}$ - относительное среднеквадратичное значе-
ние пульсации угла отклонения.

1 н. п. ф., 1 фиг.

Изобретение относится к гидрометрии и может быть использовано при проведении гид-
рометрических работ на водомерных постах.

Известен способ определения средней (по сечению потока) скорости воды, заключающийся в том, что измерительный датчик размещают в точке потока воды с относительной вертикальной координатой 0,4 от дна водотока, измеряют упомянутым датчиком скорость воды, которую отождествляют со средней (по сечению потока) скоростью воды (Пресняков К.А. О координатах характерных точек во взвешенном потоке воды // Проблемы автоматики и управления. - Бишкек: Илим, 2003. - С. 92-97).

Недостатком известного способа является необходимость предварительного проведения гидрометрических работ для установления зависимости координаты точки наблюдения средней (по сечению потока) скорости воды от коэффициента Шези.

Наиболее близким к предлагаемому является корреляционный способ измерения поверхностной скорости воды в открытом водотоке, включающий выделение на поверхности воды двух контрольных участков, отстоящих друг от друга по направлению движения потока воды на фиксированном расстоянии, измерение флуктуации случайно изменяющихся параметров потока одного и того же рода на каждом из контрольных участков посредством соответствующих измерительных преобразователей, определение абсциссы максимальной ординаты взаимной корреляционной функции двух электрических сигналов от соответствующих измерительных преобразователей, а в качестве информативных параметров движения воды используют пульсации скорости на фиксированных контрольных участках поверхности потока воды. Измерение флуктуации скорости на фиксированных контрольных участках осуществляют поплавковыми акселерометрами. Поплавковыми акселерометрами на каждом из фиксированных контрольных участков одновременно регистрируют соответствующие флуктуации трех компонент скорости по трем координатным направлениям. Определяют дифференциальные тензоры скоростей для каждого контрольного участка, компонентами которых служат соответствующие девять скалярных производных от трех компонент скоростей по трем координатным направлениям. Информационные электрические сигналы преобразуют в цифровой телеметрический радиосигнал в соответствии с протоколом технологии беспроводных сенсорных сетей ZigBee и посредством трансиверов поплавковых акселерометров передают по соответствующим радиоканалам в информационно-вычислительную систему для последующей дистанционной обработки, а поверхностную скорость воды определяют по формуле:

$$V = L/\tau,$$

где τ - время транспортировки среды, с, L - фиксированное расстояние между двумя выделенными контрольными участками I и II (Патент под ответственность заявителя KG № 1964, C1, кл. G01P 3/40, 2017).

Недостатком известного способа является излишне большой объем измеряемой и обрабатываемой информации, что затрудняет применение указанного способа.

Задача изобретения - упрощение способа определения поверхностной скорости воды и повышение его надежности.

Поставленная задача решается тем, что в способе определения поверхностной скорости воды, включающем использование в качестве информативного параметра движения воды пульсации скорости воды в контрольном створе, измерение необходимых параметров за определенный промежуток времени, преобразование информационных электрических сигналов поплавкового датчика в цифровой телеметрический радиосигнал, передачу посредством трансивера поплавкового датчика по соответствующему радиоканалу в информационно-вычислительную систему, последующую дистанционную обработку и вычисление поверхностной скорости воды, дополнительно в качестве информативного параметра используют пульсации угла отклонения поплавкового датчика от вертикали в вертикальной плоскости динамической оси потока, причем информативные параметры измеряют в одной фиксированной точке контрольного створа изученного открытого водотока и исследуемого водотока, функционирующих в гидравлически подобных условиях, при этом определяют тарировочный коэффициент изученного открытого водотока, а поверхностную скорость воды вычисляют по формул:

$$u_{\text{м}} = k_T \cdot \frac{\sqrt{u'^2}}{\sqrt{\alpha'^2 / \alpha_{\text{м}}}},$$

где $u_{\text{м}}$ - поверхностная скорость воды, м/с;

k_T - тарировочный коэффициент; $\sqrt{u'^2}$ - среднеквадратичная пульсация скорости воды, м/с; $\sqrt{\alpha'^2 / \alpha_{\text{м}}}$ - относительное среднеквадратичное значение пульсации угла отклонения.

Предлагаемый способ определения поверхностной скорости воды позволяет по сравнению с прототипом: во-первых, использовать новый информативный параметр - угол отклонения поплав-

кового датчика от вертикали в вертикальной плоскости динамической оси потока; во-вторых, уменьшить количество измерительных точек с двух до одной; в-третьих, существенно сократить объем измеряемой и обрабатываемой информации, что позволяет повысить надежность предлагаемого способа.

Использование угла отклонения α от вертикали в вертикальной плоскости динамической оси потока в качестве информативного параметра обусловлено тем, что в известной формуле расхода воды $Q=u \cdot H \cdot B$ глубина наполнения водотока H (м) и средняя скорость воды u (м/с) входят в формулу равноправным образом и выражение для относительных пульсаций скорости воды запишется в виде:

$$\frac{u'}{u_i} = \frac{Q'}{Q_i} + \frac{H'}{H_i} \cdot \left(\frac{Q'}{Q_i} - 1 - \frac{H'}{H_i} \right),$$

где B (м) - ширина водотока;

Q_i, u_i, H_i - текущие значения расхода, скорости воды и глубины наполнения водотока;

Q', u', H' - пульсации этих величин.

Следовательно, в качестве нового информативного параметра можно использовать угол отклонения α поплавкового датчика от вертикали в вертикальной плоскости динамической оси потока, при этом можно получить связь между относительными пульсациями скорости, уровня и расхода воды:

$$\frac{\alpha'}{\alpha_i} \sim \frac{u'}{u_i} \quad \text{или} \quad \frac{\alpha'}{\alpha_i} \sim \frac{H'}{H_i},$$

где α' - пульсации угла отклонения, рад; α_i - текущие значения угла отклонения, рад; u' - пульсации продольной компоненты скорости воды, м/с; u_i - текущие значения продольной компоненты скорости воды, м/с; H' - пульсации уровня воды, м; H_i - текущие значения уровня воды, м.

Техническая реализация способа определения поверхностной скорости воды иллюстрируют чертежом, где на фигуре представлен открытый водоток. На дне водотока установлена неподвижная опора 1, к которой упруго подвешен базирующий стержень 2, на свободном конце которого размещен поплавковый датчик - инклинометр 3, погруженный в приповерхностный слой 4 потока 5 воды. В инклинометр 3 встроен трансивер (на фиг. не показан) для передачи измеряемой информации в информационно-вычислительную систему (ИИС) 6, расположенную на водомерном посту (на фиг. не показан).

Способ определения поверхностной скорости воды осуществляют следующим образом.

Выбирается конкретно изученный открытый водоток, функционирующий в гидравлических условиях, подобных гидравлическим условиям исследуемого водотока, для определения тарировочного коэффициента. На этом водотоке выбирают контрольный створ, где устанавливают местоположение центральной измерительной вертикали, и на ней фиксируют измерительную точку на поверхности потока воды. В приповерхностном слое 4 потока 5 воды размещают инклинометр 3, который, благодаря упругому подвесу базирующего стержня 2 к неподвижной опоре 1 на дне водотока, будет в полупогруженном состоянии. Под воздействием пульсаций скорости (или уровня) воды в приповерхностном слое 4 потока 5 воды инклинометр 3 совершает колебания в вертикальной плоскости динамической оси потока 5 воды.

На этом водотоке в пределах промежутка времени Δt инклинометром 3 проводят измерения:

а) пульсаций угла отклонения инклинометра 3 от вертикали в вертикальной плоскости динамической оси потока 5 и получают следующий ряд их значений:

$$\alpha'_1, \dots, \alpha'_i, \dots, \alpha'_n, \quad (1)$$

где n - число измерений;

б) пульсаций скорости воды в течение того же промежутка времени Δt и получают следующий ряд их значений:

$$u'_1, \dots, u'_i, \dots, u'_n. \quad (2)$$

Далее в инклинометре 3 информационные электрические сигналы преобразуются в цифровой телеметрический радиосигнал и посредством его трансивера передаются по соответствующему радиоканалу в ИИС 6, где их обрабатывают и определяют среднеквадратичные значения пульсаций угла отклонения $\sqrt{\alpha'^2_{ИВ}}$ и скорости воды $\sqrt{u'^2_{ИВ}}$, а также тарировочный коэффициент по формуле:

$$k_m = \left\{ \frac{\sqrt{\alpha'^2 / \alpha_m}}{\sqrt{u'^2 / u_m}} \right\}_{ИВ}, \quad (3)$$

где α_m и u_m - максимальные значения соответственно угла отклонения и скорости воды;

индекс «ИВ» означает принадлежность результатов измерений к изученному открытому водотоку.

Затем выбирают объект исследования - исследуемый открытый водоток для определения поверхностной скорости воды.

Для этого на исследуемом водотоке выбирают контрольный створ, где устанавливают местоположение центральной измерительной вертикали и на ней фиксируют измерительную точку на поверхности потока 5 воды.

Далее проводят действия, аналогичные для изученного открытого водотока, т. е. на этом водотоке в пределах промежутка времени Δt инклинометром 3 проводят измерения пульсаций угла отклонения инклинометра 3 и пульсаций скорости воды в течение одного и того же промежутка времени Δt .

На основе обработанной в ИИС 6 информации поверхностную скорость воды полагаем пропорциональной отношению $\sqrt{u'^2} / \sqrt{\alpha'^2} / \alpha_m$, где коэффициентом пропорциональности является тарировочный коэффициент, установленный в результате измерений на изученном открытом водотоке.

Следовательно, поверхностную скорость можно вычислить по формуле:

$$u_m = k_T \cdot \frac{\sqrt{u'^2}}{\sqrt{\alpha'^2} / \alpha_m},$$

где u_m - поверхностная скорость воды, м/с; k_T - тарировочный коэффициент, вычисленный на основе гидрометрических измерений в изученном открытом водотоке; $\sqrt{u'^2}$ - среднеквадратичная пульсация скорости воды, м/с; $\sqrt{\alpha'^2} / \alpha_m$ - относительное среднеквадратичное значение пульсации угла отклонения.

Способ определения поверхностной скорости воды достаточно прост и надежен.

Эффективность способа определения поверхностной скорости воды заключается в существенном упрощении и повышении его надежности.

Формула изобретения

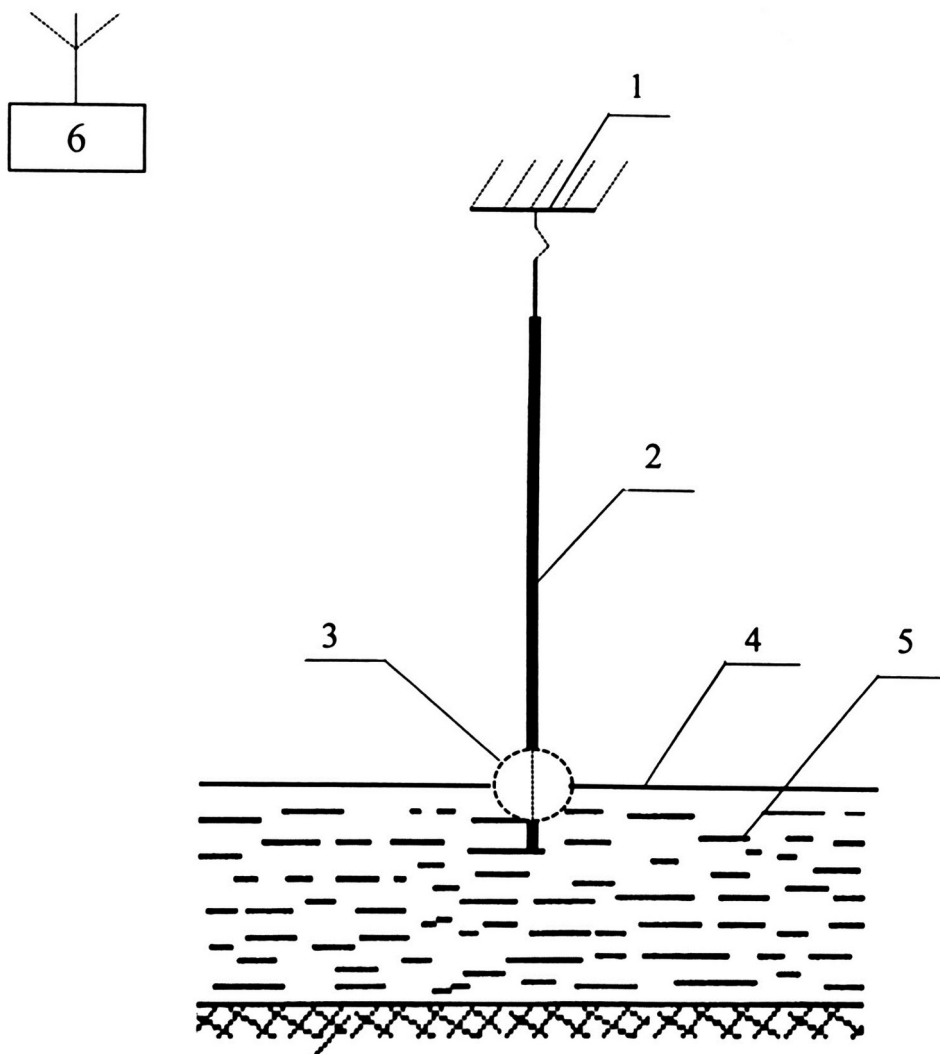
Способ определения поверхностной скорости воды, включающий использование в качестве информативного параметра движения воды пульсации скорости воды в контрольном створе, измерение необходимых параметров за определенный промежуток времени, преобразование информационных электрических сигналов датчика в цифровой телеметрический радиосигнал, передачу посредством трансивера поплавкового датчика по соответствующему радиоканалу в информационно-вычислительную систему, последующую дистанционную обработку и вычисление поверхностной скорости воды, отличающийся тем, что дополнительно в качестве информативного параметра используют пульсации угла отклонения поплавкового датчика от вертикали в вертикальной плоскости динамической оси потока, причем информативные параметры измеряют в одной фиксированной точке контрольного створа изученного открытого водотока и

исследуемого водотока, функционирующих в гидравлически подобных условиях, при этом определяют тарировочный коэффициент изученного открытого водотока, а поверхностную скорость воды вычисляют по формуле:

$$u_{\text{м}} = k_T \cdot \frac{\sqrt{u'^2}}{\sqrt{\alpha'^2 / \alpha_{\text{м}}}},$$

где $u_{\text{м}}$ - поверхностная скорость воды, м/с; k_T - тарировочный коэффициент, $\sqrt{u'^2}$ - среднеквадратичная пульсация скорости воды, м/с; $\sqrt{\alpha'^2 / \alpha_{\text{м}}}$ - относительное среднеквадратичное значение пульсации угла отклонения.

Способ определения поверхностной скорости воды



Фиг. 1

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