

УДК 631.6

У. П. Умурзаков, М. Х. Хамидов, А. Г. Шеров, Ф. А. Бараев, С. Уринбаев
Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

НОВЫЙ ВОДОМЕРНЫЙ ПРИБОР С УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ДАТЧИКОМ НА БАЗЕ ВОДОСЛИВА ЧИПОЛЕТТИ

В статье представлены результаты теоретических, лабораторных и производственных исследований нового ультразвукового водомерного прибора, особенностями которого являются малые габариты, мобильность, низкая погрешность показаний (не превышает 2 %) и относительно невысокая стоимость.

Ключевые слова: ирригационная система, водоучет, гидрост, водомерное устройство, ультразвук, водослив Чиполетти.

Задачи водосбережения, повышения водообеспеченности, эффективного использования водных ресурсов при их дефиците являются приоритетными, прежде всего, для сельского хозяйства как основного потребителя воды. В настоящее время одной из самых актуальных проблем является эффективное использование водных ресурсов, потому что от их наличия или нехватки во многом зависит развитие всех отраслей сельского хозяйства Республики Узбекистан.

В связи с ростом дефицита водных ресурсов руководством Республики большое внимание уделяется их бережному использованию, строгому контролю и учету. Фермерские хозяйства также заинтересованы в правильном учете используемой воды, поскольку важно знать точное количество поданной и потребленной воды и, соответственно, сколько необходимо заплатить.

Поэтому разработка современных конкурентоспособных средств водоучета в настоящее время имеет большое значение, особенно при интенсивном процессе массового строительства водомерных сооружений на оросительной сети [1]. В связи с этим проведенные исследования по данной проблеме весьма актуальны.

Авторами впервые предлагаются теоретические основы и новый водомерный прибор по установлению расходов и объемов воды, выделяемых фермеру. Исследования проводились в Бозсуйском, Чирчик-Ахангаранском бассейновом управлениях ирригационных систем Узбекистана.

В Республике при достаточно удовлетворительной оснащенности средствами водоучета крупных гидротехнических сооружений и речных гидростов внутрихозяйственная часть гидромелиоративных систем практически не имеет надежных и простых в эксплуатации средств водоучета.

В настоящее время в ирригационных системах водоучет осуществляется путем наблюдений горизонтов и измерения расходов воды водомерными устройствами Томсона, Чиполетти, лотковыми, реечными и вертушками. Однако эти устройства имеют низкую точность измерения (погрешность 15–20 % и более), что ограничивает возможности их применения [2].

На отдельных гидротехнических сооружениях государственного уровня, к примеру, в Южном Голодностепском магистральном канале, внедрены средства водоучета производства Франции. Но их рыночная стоимость превышает нескольких тысяч долларов США, и это без учета расходов, связанных с эксплуатационным периодом.

Для фермеров такие издержки в настоящее время непосильны. В результате проведенного анализа патентного фонда, разработки математической модели выявлена возможность создания более точного устройства для учета расхода и объема воды в безнапорных руслах [2].

Информация, полученная на основе аналитического обзора известных способов

и средств учета воды в открытых безнапорных руслах, показала, что варианты современного электронного отечественного прибора по учету воды в открытых руслах, разработанные при содействии Министерства сельского и водного хозяйства учеными ТИИМ в 2007 и 2011 гг., возможно модернизировать и усовершенствовать. Данные приборы представлены на рисунках 1–3.



Рисунок 1 – Вариант 1 прибора (ТИИМ-1) (автор фото А. Шеров)



Рисунок 2 – Вариант 2 прибора (ТИИМ-2) (автор фото А. Шеров)



Рисунок 3 – Вариант 3 прибора (ТИИМ-3) (Пульт управления) (автор фото А. Шеров)

Произведенные теоретические расчеты для варианта 4 позволили создать математическую модель для разработки компьютерной программы и на ее основе – не менее качественный, компактный и отвечающий требованиям дизайна прибор. Его отличие состоит в том, что вместо поплавка применен ультразвуковой датчик, а за основу для измерений принят обычный водослив Чиполетти. Это позволило увеличить точность показаний, так как в процессе измерений активно участвует только один фактор – глубина слоя воды в створе водослива Чиполетти.

Ниже приводится теоретическая основа нового водомерного прибора, разработанного с учетом рекомендаций Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан (Р. Мамутов), Бозсуйского управления ирригационных систем (Н. Рихситиллаев) и ИСМИТИ (У. Расулев).

Гидравлические параметры канала трапецеидального сечения приведены на рисунке 4.

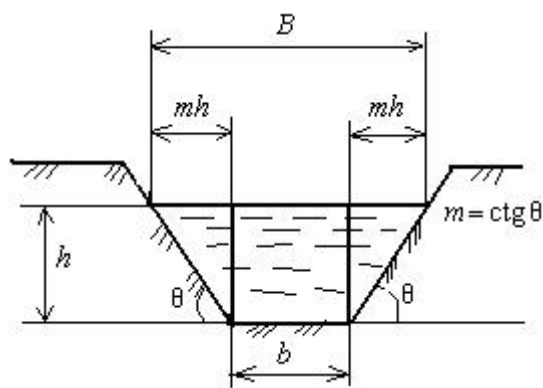


Рисунок 4 – Гидравлические параметры канала трапецидального сечения

Площадь живого сечения определяется по зависимости:

$$A = (b + mh) \cdot h, \quad (1)$$

где b – ширина лотка по низу, м;

$m = \text{ctg} \theta$;

θ – угол между боковыми откосами лотка и горизонтальной плоскостью;

h – глубина потока жидкости (воды), м.

Смоченный периметр:

$$\chi = b + 2h \cdot \sqrt{1 + m^2}. \quad (2)$$

Гидравлический радиус:

$$R = \frac{A}{\chi} = \frac{(b + mh) \cdot h}{b + 2h \cdot \sqrt{1 + m^2}}. \quad (3)$$

Обозначив отношение $\frac{b}{h} = \beta$, получим:

$$R = \frac{\beta + m}{\beta + 2\sqrt{1 + m^2}} \cdot h, \quad (4)$$

где β – безразмерная величина.

Учитываем соотношение:

$$v^2 = i \gamma R^{\frac{4}{3}}, \quad (5)$$

где v – средняя скорость движения воды, м/с;

i – гидравлический уклон русла лотка;

$\gamma = \left(\frac{1,49}{n} \right)^2$ – полученный эмпирическим путем коэффициент.

Учитывая коэффициент шероховатости n поверхности русла (для железобетонных лотков можно принять $n = 0,012 \div 0,015$), находим расход воды, проходящей через поперечное сечение лотка:

$$Q^2 = A^2 \cdot v^2 = i \gamma A^2 \cdot R^{\frac{4}{3}}. \quad (6)$$

Отсюда следует:

$$Q = \sqrt{i \gamma} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}. \quad (7)$$

Учитывая формулы (1) и (3), получим:

$$Q = \sqrt{i \gamma} \cdot (b + mh) \cdot h \cdot \left[\frac{(b + mh) \cdot h}{b + 2h \sqrt{1 + m^2}} \right]^{\frac{2}{3}}, \quad (8)$$

или окончательно:

$$Q = \sqrt{i\gamma} \cdot \frac{[(b+mh) \cdot h]^{\frac{5}{3}}}{(b+2h \cdot \sqrt{1+m^2})^{\frac{2}{3}}} \quad (9)$$

При угле $\theta=90^\circ$, $m=0$, и из формулы (9), как частный случай, получим формулу расхода для лотка прямоугольного сечения:

$$Q_{\text{нр}} = \sqrt{i\gamma} \cdot \frac{(bh)^{\frac{5}{3}}}{(b+2h)^{\frac{2}{3}}} \quad (10)$$

Блок-схема и программа для контроллера прибора. На основе указанной формулы разработаны блок-схема, электронные платы счетно-решающего устройства и электронно-механического счетчика, которые вместе с датчиком уровня, электронными часами, аккумулятором и зарядным устройством образуют устройство для измерения стока жидкости (рисунок 5).

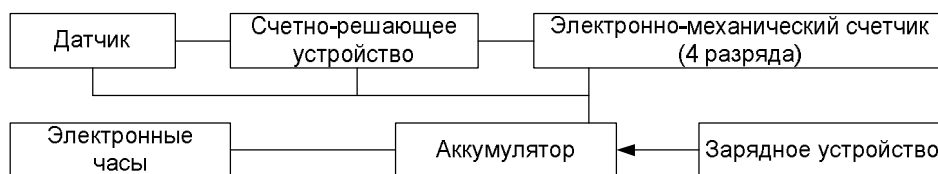


Рисунок 5 – Блок-схема устройства нового прибора

Датчик располагается в водомерном колодце фиксированного русла и представляет собой прорезь или трубку в откосе фиксированного русла шириной 1–2 см. Это устройство часто заиливается. Поэтому авторами предлагается изготавливать его в виде вставного кожуха (труба в трубе), что позволяет извлекать пропускную трубку из стационарного кожуха, легко его промывать и обратно вставлять в кожух (рисунок 6).

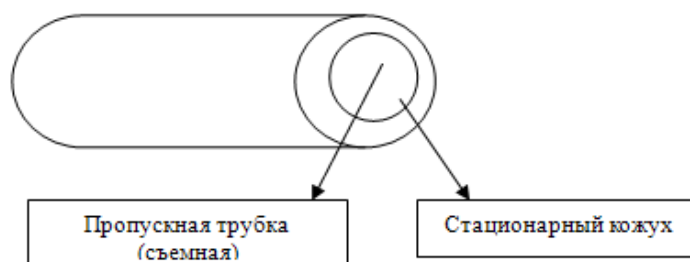


Рисунок 6 – Конструктивная схема установки новой модификации датчика

В дальнейшие исследования можно включить теоретические разработки для различных фиксированных сечений (с заданными параметрами) и ввести их в счетно-решающее устройство (микропроцессор).

Испытание работоспособности нового прибора варианта 3 производилось на лабораторной базе ТИИМ, имеющей шесть действующих взаимосвязанных водосливов, в том числе и водослив Чиполетти.

Причем можно измерять как расходы, так и объемы воды. Для последнего существует возможность в любое время дополнить прибор шкалой, указывающей стоимость выделенной фермеру воды.

Лабораторные опыты производились для всех трех вариантов приборов. Точность показаний каждого прибора оценивалась при помощи сопоставления с показателями измерения расходов через водослив Чиполетти объемным способом. В таблице 1 и на рисунке 7 приведены результаты лабораторных работ.

Как видно из рисунка 7, погрешность отклонений показаний прибора варианта 3 не превышает 2 %. Прибор варианта 1 работает с поплавковым датчиком, поэтому его погрешность измерений самая высокая – 7 %.

Таблица 1 – Данные лабораторных измерений расходов воды через водослив Чиполетти разными вариантами приборов ТИИМ и объемным методом

В л/с

Номер измерения	Расход воды в створе водослива Чиполетти, измеренный			
	объемным способом	прибором ТИИМ-1	прибором ТИИМ-2	прибором ТИИМ-3
1	0	0	0	0
2	20	16	15	18
3	50	43	44	49
4	75	70	75	70
5	70	70	68	70
6	65	66	63	66
7	60	62	60	62
8	50	54	55	54
9	55	50	60	50
10	40	38	40	38
11	30	28	30	28
12	25	25	20	25
13	24	26	24	26
14	23	25	28	25

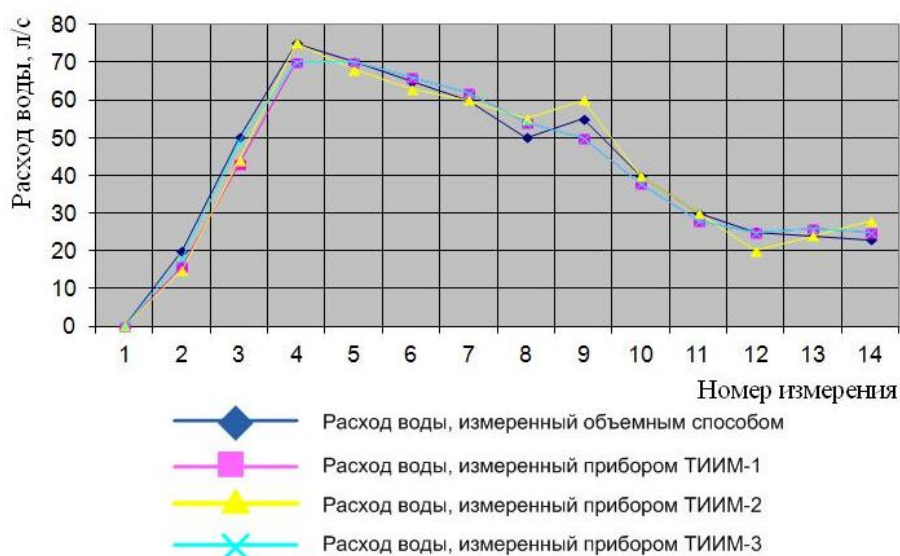


Рисунок 7 – Кривые расходов воды, измеренные по водосливу Чиполетти и по показаниям приборов

Прибор варианта 4 (рисунок 8) получает информацию с помощью ультразвука и имеет погрешность, сравнимую с вариантом 3. С другими конфигурациями поперечного сечения и фиксированными руслами он может давать достоверные показания. В дальнейших исследованиях авторы планируют еще вернуться ко второму варианту. Однако, на сегодняшний день он является объемным по размеру и дорожке, чем вариант 3.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики прибора варианта 4 следующие:

- диапазон измеряемых расходов воды – 10–1000 л/с с шагом 1 л/с;
- диапазон измерения стока (объема) воды – от 1 до 500000 м³ с шагом 10 м³;
- глубина слоя воды в створе – 0,1–3,0 м, ширина порога – от 0 до 1 м;

- диапазон температур воздуха в колодце – от +30 до +10 °С;
- относительная влажность воздуха в колодце – 70–95 %;
- погрешность измерений датчика – не более ± 2 %.



а) вид с лицевой стороны; б) вид обратной стороны

Рисунок 8 – Прибор варианта 4

Новый водомерный прибор варианта 4 позволяет использовать его на фиксированных открытых руслах. Измерение расходов производится ультразвуковыми датчиками, это улучшает и упрощает его применение на производстве. Предлагаемая новая версия водомерного прибора отличается от других более высокой точностью измерений, поскольку в расчетах участвует только один внешний параметр (глубина слоя воды в створе водослива Чиполетти), который устанавливается с помощью ультразвукового датчика. Себестоимость прибора в многотиражном выпуске будет гораздо ниже (не более 500 долл. США), чем импортных вариантов (3–5 тыс. долл. США), что позволит каждому фермеру приобрести собственный комплект этого водомерного прибора.

Список использованных источников

1 О мерах по дальнейшему улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель и рациональному использованию водных ресурсов на период 2013–2017 годы: Указ Президента Республики Узбекистан № ПП-1958 от 21 апреля 2013 г.

2 Бутырин, М. В. и другие. Водомерные устройства для гидромелиоративных систем / М. В. Бутырин [и др.]; под ред. А. Ф. Киенчука. – М.: Колос, 1982. – 144 с.

УДК 635.1/.8

А. Н. Бабичев, Д. В. Мартынов

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОВОЩЕВОДСТВА В РОССИИ

В статье проанализировано современное состояние овощеводства в Российской Федерации. Проведена сравнительная оценка процесса производства овощей в сельскохозяйственных организациях, крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйствах, показан вклад этих организаций в структуре валового сбора овощей по годам и регионам; отражено состояние отрасли овощеводства, представлена динамика изменения посевных площадей, валового сбора и урожайности основных овощных культур в Ростовской области. Несмотря на сокращение посевных площадей на 3 тыс. га, в области было получено около 675 тыс. т овощей, что превысило показатели преды-