

УДК 626.8

## ХАРАКТЕРИСТИКА ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ И ВОДОМЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА НИХ

*С.С. Сатаркулов, Э.М. Мамбетов*

Приведены конструктивные особенности внутрихозяйственных оросительных каналов и их параметры, гидравлические показатели потоков и режимы работы водотоков. Проанализирована применимость существующих конструкций водомеров на внутрихозяйственных оросительных каналах.

*Ключевые слова:* число Фруда; фиксированное русло; водосливы с тонкой стенкой; лотки; внутрихозяйственные оросительные каналы; водомер.

---

## CHARACTERICS OF INTRAECONOMIC IRRIGATION CANALS AND WATER MEASURING STRUCTURES ON THEM

*S.S. Satarkulov, E.M. Mambetov*

The paper presents data on-farm irrigation canals for their design features and parameters, on Hydraulic flow rates in these channels and modes of operation of watercourses. The analysis of applicability of water meters existing designs on farm irrigation canals was done.

*Keywords:* Froude number; a fixed channel; thin-walled spillway; trays; on intraeconomic irrigation canals; water meter.

Функционирующие в нашей республике внутрихозяйственные каналы по форме поперечного сечения имеют трапецеидальное, прямоугольное и параболическое сечения; построены, как правило, в земляном русле, облицованы монолитным бетоном и железобетонными плитами, возведены из лотков параболического сечения. Каналы имеют самые различные параметры: ширина по дну 0,2–1,2 м; строительная высота 0,5–1,0 м; откосы 0–1,5; уклоны 0,0001–0,01; коэффициент шероховатости 0,015–0,040.

Гидравлические параметры потоков следующие: глубина воды – 0,1–0,7 м (в большинстве случаев 0,1–0,4 м), скорость потока – 0,1–2,0 м/с (в большинстве случаев 0,1–0,5 м/с), пропускная способность – 0,050–1,2 м<sup>3</sup>/с).

Режим течения воды не только в каналах с земляным руслом, но и в большинстве водотоков с облицовкой составляет  $F_r = \frac{v^2}{gh} = 0.1 - 0.3$  (где  $F_r$  – число Фруда;  $v$  – скорость потока;  $h$  – глубина потока;  $g$  – ускорение силы тяжести); в отдельных водотоках с облицовкой (в том числе в лотковых каналах)  $F_r = 0,3 - 0,7$  (при протекании максимальных расходов воды редко превышает 1). Иначе говоря, режимы течения воды практически во всех внутрихозяй-

ственных каналах – спокойные, так как  $F_r < 1$ .

Русла каналов подвержены заилению наносами – илом, песком, иногда и крупными фракциями наносов, а также зарастанию растительностью, в том числе в равнинной зоне – камышом.

В условиях платного водопользования учет воды не только при заборе ее во внутрихозяйственные каналы, но и при распределении ее между потребителями имеет большое народнохозяйственное значение. Ибо, как известно, вода стала товаром. Поэтому ее учет должен вестись с высокой точностью – с погрешностью, не превышающей ±5 %.

Подача воды во внутрихозяйственные каналы осуществляется как из магистральных, так и из межхозяйственных водотоков, при этом для учета воды в головной части этих (внутрихозяйственных) каналов возводятся водомерные сооружения различных типов – “фиксированное русло”, “водосливы с тонкой стенкой”, “лотки” и другие.

В соответствии с нормативным документом (НД) [1], водомерное сооружение на лотковом канале сооружается в виде “фиксированного русла”, при этом оно размещается на участке, где потоку обеспечен равномерный режим течения воды. На линии измерительного створа строится успокои-



Рисунок 1 – Водомерное сооружение типа “фиксированное русло” на канале Белек-1, р. Ала-Арча

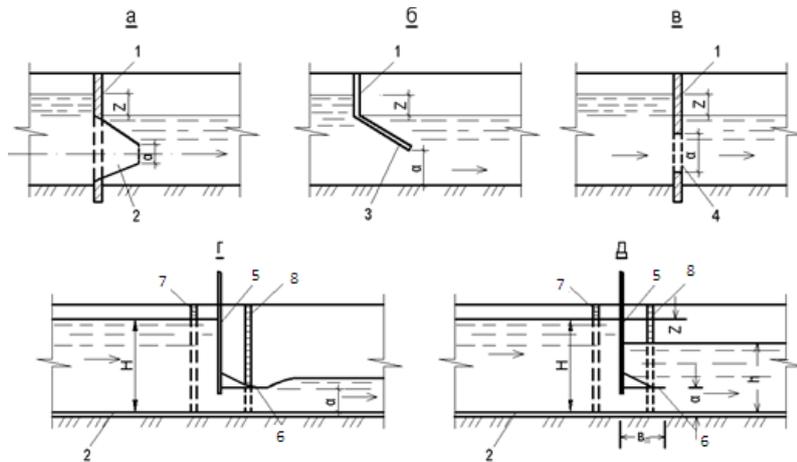


Рисунок 2 – Схемы водомерных сооружений с подтопленным режимом истечения: а – с насадкой; б – с сужающим устройством; в – с диафрагмой; г и д – с горизонтальной полкой; 1 – вертикальная стенка; 2 – насадки; 3 – наклонная стенка; 4 – водопропускное отверстие; 5 – шит; 6 – горизонтальная полка. 7, 8 – уровнерные рейки

тельный колодец с уравнивающей рейкой, его соединяют с лотком при помощи трубы или щели. Пропускная способность такого сооружения устанавливается гидравлическим расчетом. График  $Q = f(H)$  (где  $Q$  – расход воды;  $H$  – глубина потока), построенный по результатам этого расчета, принимается за основу при учете воды в лотковом канале.

Казалось бы, все просто. Однако учет воды в лотковых каналах ведется иногда и при помощи водомерного устройства типа “фиксированное русло” (рисунок 1), разработанного применительно к водотоку с земляным руслом и трапециевидальным поперечным сечением.

Как показывает практика эксплуатации таких дорогостоящих сооружений, они практически не используются в качестве рабочих средств для учета воды из-за подпора, возникающего в результате сужения водомера при стыковке лотка с водотоком трапециевидального сечения.

Кроме водомера типа “фиксированное русло”, учет воды в других внутрихозяйственных каналах с бетонной облицовкой ведется также и при помощи водосливов с тонкой стенкой. В соответствии с нормативными документами, режим течения воды на водомере типа “фиксированное русло” должен быть равномерным [2], а на водосливе – свободным [3].

Следует отметить, что в соответствии с [3], водосливы с тонкой стенкой могут применяться только при  $Fr < 0,45-0,50$ , т. е. при спокойном режиме истечения. Что же касается водомеров типа “фиксированное русло”, то они применяются как при спокойном ( $Fr < 1$ ), так и при бурном ( $Fr < 1$ ) ре-

жимах истечения [2]. Однако для повышения точности учета воды при  $Fr < 1$  водотоки (в том числе лотки) с уравнивающими колодцами могут быть соединены при помощи труб, а при  $Fr < 1$  (при скоростях течения более 1 м/с) – соединение должно осуществляться только при помощи щелей.

Изучение эксплуатационных показателей многочисленных водомерных сооружений, построенных на внутрихозяйственных каналах, свидетельствует о том, что если учет воды на облицованных бетоном каналах ведется достаточно успешно, то на каналах с земляным руслом такого учета практически нет. Для учета воды в этих каналах на них строятся водомеры типа “фиксированное русло” и “водосливы с тонкой стенкой”, причем они возводятся по типовым проектам [4, 5], разработанным специально для хозяйственных каналов с земляным руслом.

Эти водомеры, как показывает опыт их эксплуатации, выходят из строя практически в первый же год эксплуатации. Причиной тому являются подпоры переменного характера, возникающие со стороны нижнего бьефа в результате интенсивного заиливания наносами и зарастания растительностью (особенно камышом) отводящих в земляном русле каналов [6]. Очистка этих каналов годами не проводится, в силу чего учет воды в них проводится, в основном, “на глаз”, что недопустимо в условиях платного водопользования.

Возникает закономерный вопрос – можно ли вообще вести в принципе учет воды во внутрихозяйственных каналах с земляным руслом? Но как это сделать?

Прежде всего, вместо дорогостоящих стационарных водомерных устройств следует использовать переносные водосливы (измеряемые расходы 6–210 л/с) [7], установив их не только на самих каналах, но и на их отводах. Второе, что следует сделать – разработать водомерные устройства, способные вести учет воды в условиях внутривладельческих каналов с земляным руслом, при этом предъявив к ним следующие требования: водомеры должны работать как при подтопленном, так и свободном режимах истечения; сооружения должны быть доступны для их градуировки; устройства должны быть простыми, экономичными и удобными при эксплуатации.

Водомеры на рисунке 2 (а, б, в) предназначены для работы в подтопленном режиме истечения. Однако к их недостаткам, с нашей точки зрения, относятся:

- рисунок 2 (а) – КНСБ (конусный насадок СА-НИИРИ-Бутырина) не подлежит градуировке путем установки ротора вертушки на выходе из отверстия насадка, так как из-за конусности последнего струи потока имеют форму, не свойственную параллельно струйному течению воды; кроме того, на самом КНСБ отсутствует элемент, регулирующий параметры водопропускного отверстия;
- рисунок 2 (б) – отсутствие параллельно струйного течения воды при выходе ее из-под наклонной части затвора не позволяет осуществлять градуировку водомера;
- рисунок 2 (в) [8] – веерообразное растекание потока воды при выходе ее из водопропускного отверстия водомера усложняет его градуировку; кроме того, на водомере отсутствует элемент, регулирующий параметры водопропускного отверстия сооружения.

Поскольку на всех трех устройствах отсутствуют условия для их градуировки, то их пропускную способность стараются проверить на временных гидростаях типа “фиксированное русло” (рисунок 3) оборудовав их гидрометрическими мостиками и другими элементами водомера [9].

Это усложняет учет водных ресурсов и приводит к резкому повышению погрешности измеряемых расходов воды.

На рисунке 2 (г, д) [10] приведен один и тот же водомер, при этом (г) – при свободном истечении, (д) – при затопленном водопропускном отверстии.

Данный водомер содержит прямолинейный в плане измерительный участок с прямолинейным продольным профилем его дна, щит, полки, косынки и уравнивающие рейки.

На этом водомере водовод будет работать в напорном режиме как при свободном (рисунок 2, г), так и при подтопленном (рисунок 2, д) режимах



Рисунок 3 – Водомер типа КНСБ на Р-3 ЗБЧК

истечения. Течение воды в водоводе – параллельно-струйное, что позволит отградуировать водомер и использовать его в качестве рабочего средства для измерения расходов воды (при градуировке скоростной прибор размещается в конце водовода).

В настоящее время функционируют семь таких экспериментальных сооружений, их работа оценивается службой эксплуатации положительно.

#### Литература

1. Каналы гидромелиоративные железобетонные параболические. Методика выполнения измерений расхода методом “скорость-площадь”. МВИ 33-4755559-09-91, 1991.
2. Гидромелиоративные каналы с фиксированным руслом. Методика выполнения измерений расходов воды методом “скорость-площадь”. МВИ 05-90. Минводхоз СССР, 1990.
3. Расход жидкости в открытых потоках. Методики выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков. МИ 2122-90. Казань, 1990.
4. Водомерные сооружения для точек выдела в хозяйства. Фиксированное русло. Рабочий проект, 1992.
5. Водомерные сооружения точек выдела в хозяйства. Водосливы с тонкой стенкой (Чиполетти). Рабочий проект, 1992.
6. Мамбетов Э.М. К вопросу учета воды во внутривладельческих оросительных каналах с земляным руслом / Э.М. Мамбетов, Д.К. Садыбакова // Вестник КГУСТА им. Н. Исанова. 2015.
7. Патент № 141 КР. Переносной водослив Сатаркулова. Автор: Сатаркулов С. Бюл № 5. 2012.
8. Валентини Л.А. Применение водомерных сооружений на оросительных системах / Л.А. Валентини: автореф... канд. техн. наук. Ташкент, 1952.
9. Водомерные устройства для гидромелиоративных систем / под ред. к.т.н. А.Ф. Киенчука. М., 1982.
10. Патент №179 КР. Водомерное сооружение. Автор: Сатаркулов С. Бюл. № 11. 2014.